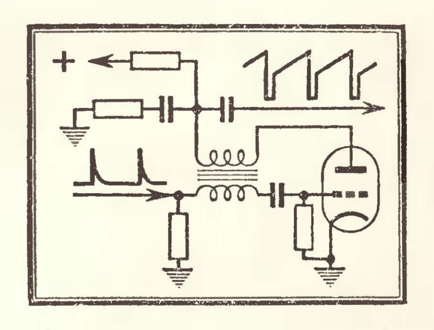


В. Я. СУТЯГИН

СХЕМЫ РАЗВЕРТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ
1954

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 199

В. Я. СУТЯГИН

СХЕМЫ РАЗВЕРТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1954 ЛЕНИНГРАД

Книга содержит обзор схем развертывающих устройств, применяемых в телевизионных приемниках. Многие из этих схем могут быть использованы радиолюбителями в самодельных конструкциях.

Книга рассчитана на радиолюбителей, знакомых с основными принципами телевизионной техники.

Редактор *И. И. Кривошеев* Техн. редактор *А. М. Фридкин*

Сдано в набор 1/XII 1953 г. Подписано к печати 10/III 1954 г.
Бумага $84 \times 108^1/_{32}$ 4,92 п. л. Уч.-изд. л. 5,5
Т-00257 Тираж 15 000 экз. Цена 2 р. 20 к. Зак. 412

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10

ВВЕДЕНИЕ

Все важнейшие открытия и изобретения, лежащие в основе современного высококачественного телевидения, были сделаны русскими и советскими учеными. Среди них в первую очередь надо отметить открытие А. Г. Столетовым внешнего фотоэлектрического эффекта, составляющего основу современной техники передачи изображений.

Изобретение радио А. С. Поповым привело к созданию технических систем усиления, передачи и приема телевизионных сигналов. Основные идеи современного электроннолучевого телевидения были предложены в 1907—1911 гг. Б. Л. Розингом.

В настоящее время перед техникой советского телевидения в первую очередь стоят задачи создания достаточно простых массовых конструкций телевизоров, приема телевизионных передач на больших расстояниях от телецентров и создания телевизоров коллективного пользования с экраном больших размеров.

В решении этих задач активное участие принимают широкие круги радиолюбителей. Ими уже создан ряд удачных конструкций телевизоров, а также ведутся успешные опыты по приему телевизионных передач на больших расстояниях от телецентров.

Наиболее сложной частью телевизора, от которой в значительной мере зависит возможность его упрощения при сохранении высокого качества воспроизводимого изображения, является так называемое развертывающее устройство, содержащее генераторы развертки и схемы синхронизации. Часто это устройство включает в себя также схему питания приемной трубки высоким напряжением.

Генераторы развертки обеспечивают отклонение электронного луча трубки одновременно в горизонтальном и вертикальном направлениях. По горизонтали луч движется равномерно от левого края экрана к правому и, дойдя до него, быстро возвращается обратно на левый край экрана. Одновременно с этим луч относительно медленно перемещается

вниз по вертикали. Когда луч прочертит нужное количество строк и дойдет до нижнего края экрана, он быстро возвращается снова наверх экрана и начинает новый цикл. В результате такого движения электронного луча на экране трубки получается прямоугольный растр. При этом токи или напряжения, обеспечивающие отклонения луча, должны иметь пилообразную форму.

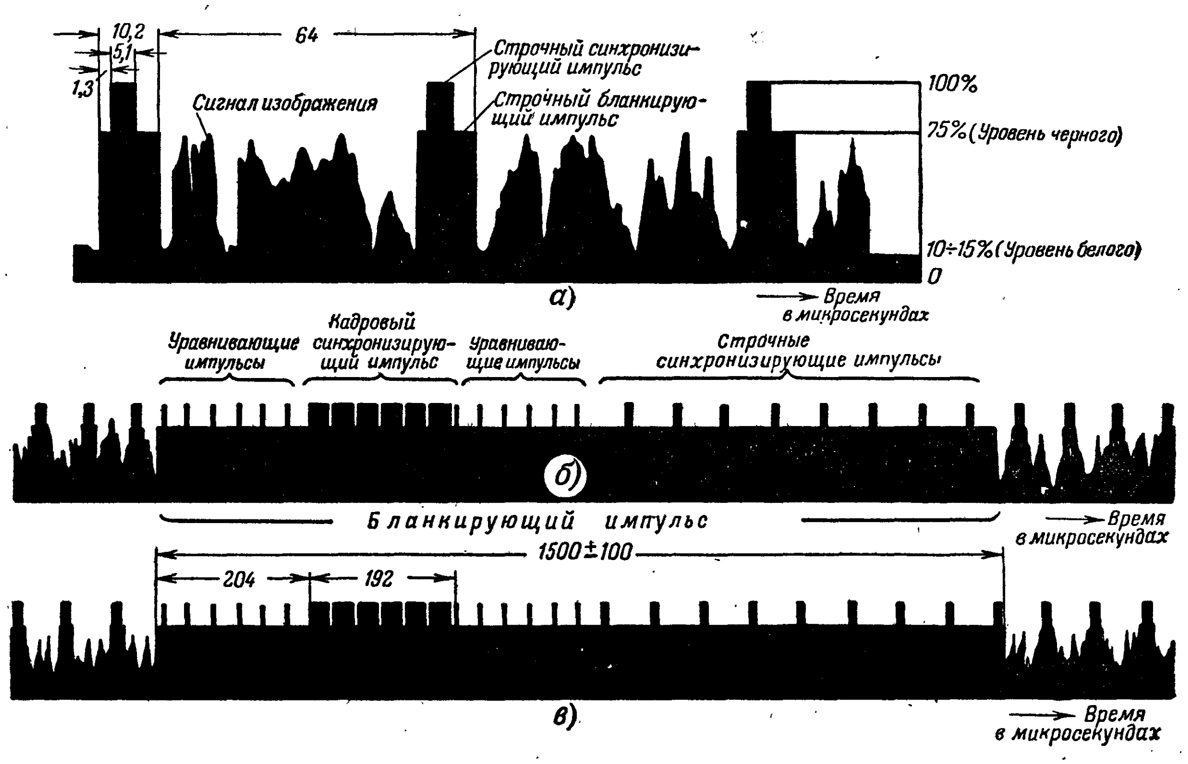
На фиг. 1 показаны форма и основные данные телевизионного сигнала при разложении изображения на 625 строк и при передаче 25 кадров в одну секунду.

Для согласования движения электронных лучей передающей и приемной трубок в телевизионный сигнал замешиваются синхронизирующие импульсы. Как будет показано ниже, синхронизирующие импульсы, воздействуя на генераторы развертки, управляют частотой их колебаний.

Для того чтобы сделать невидимой трассу обратного хода луча на экране приемной трубки, в телевизионный сигнал замешиваются гасящие (бланкирующие) импульсы, на которые „насаживаются" синхронизирующие импульсы. Поскольку амплитуда гасящих импульсов соответствует уровню черного, то при их воздействии на модулирующий электрод трубки электронный луч гасится и изображение на экране в эти моменты отсутствует.

Частота повторения синхронизирующих импульсов горизонтальной (строчной) развертки равна 15 625 *гц*, т. е. интервалы между ними составляют 64 *мксек*. Что же касается синхронизирующих импульсов вертикальной (полукадровой) развертки, то их частота повторения равна 50 *гц* и интервалы между ними составляют 20 000 *мксек*. Эти импульсы имеют весьма сложную форму.

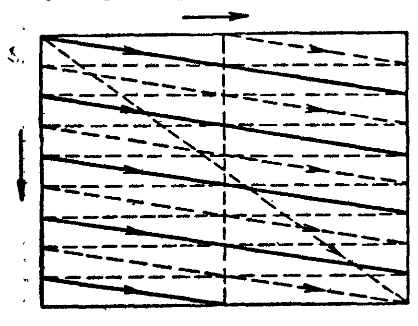
Полукадровый гасящий импульс имеет длительность около 1 600 *мксек*. На нем расположены вначале шесть выравнивающих импульсов, частота которых равна удвоенной частоте синхронизирующих импульсов горизонтальной развертки. За ними расположен полукадровый синхронизирующий импульс, имеющий шесть вырезок. Частота этих вырезок равна частоте выравнивающих импульсов. Затем следует опять шесть выравнивающих импульсов, а за ними горизонтальные синхронизирующие импульсы. Благодаря такой структуре полукадрового синхронизирующего импульса генератор горизонтальной развертки продолжает синхронизироваться даже во время обратного хода луча вертикальной развертки, так как во время действия полукадрового гасящего импульса он синхронизируется сначала выравниваю-



Фиг. 1. Форма и основные данные телевизионного сигнала.

щими импульсами, а затем вырезками полукадрового синхронизирующего импульса. Удвоенная частота этих импульсов не мешает нормальной работе генератора горизонтальной развертки, поскольку они воздействуют на него через один импульс.

Необходимость выравнивающих импульсов вызывается тем, что передача изображения производится с использованием так называемой чересстрочной развертки, при которой полное изображение передается в два приема, т. е. в два полукадра. При этом каждый полукадр содержит дробное число строк. Сначала передается один полукадр, первая строка которого начинается от левого края экрана и прочерчивает $312\frac{1}{2}$ строк (в это число входят также строки во время обратного хода луча полукадра). Во время передачи второго полукадра первая строка начинается с половины экрана и все остальные строки располагаются между ними (фиг. 2).

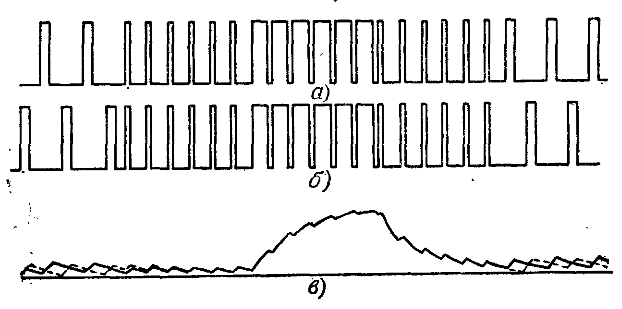

Фиг. 2. Телевизионный растр при чересстрочной развертке.

Так как второй полукадр начинается с половины строки, то при отсутствии выравнивающих импульсов структура первого и второго полукадровых синхронизирующих импульсов будет неодинаковая, что может привести к спариванию строк. Введение выравнивающих импульсов делает структуру обоих полукадровых синхронизирующих импульсов совершенно одинаковой, что обеспечивает симметричную междустрочную укладку полукадров (фиг. 2). Из кривых фиг. 3 (которые для удобства сравнения изображены наложенными друг на друга) видно, что благодаря действию выравнивающих импульсов достигается идентичность между обоими синхронизирующими импульсами на выходе разделительной цепи.

Отделение синхронизирующих импульсов от сигналов изображения осуществляется с помощью специальных схем, называемых амплитудными отделителями. Синхронизирующие импульсы после амплитудного отделителя, как правило, усиливаются и формируются, а затем поступают к соответствующим генераторам развертки.

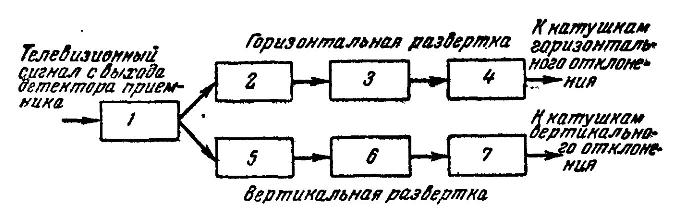
Принимать какие-либо меры для того, чтобы синхронизирующие импульсы не попадали на управляющий электрод

электронно-лучевой трубки, нет надобности, так как в моменты прихода этих импульсов изображение на экране трубки погашено гасящими импульсами.



Фиг. 3. Выравнивающие импульсы и результат их действия.

а — кривая напряжения синхронизирующего импульса первого полукадра; б — кривая напряжения синхронизирующего импульса второго полукадра; в — кривые соответствующих напряжений на выходе разделительной цепи.



Фиг. 4. Блок-схема развертывающего устройства телевизионного приемника.

1 — амплитудный отделитель; 2 — дифференцирующая цепь для выделения синхронизирующих импульсов горизонтальной развертки; 3 — генератор пилообразного напряжения; 4 — выходной усилитель; 5 — интегрирующая цепь для выделения синхронизирующих импульсов вертикальной развертки; 6 — генератор пилообразного напряжения; 7 — выходной усилитель.

Кроме отделения синхронизирующих импульсов от сигналов изображения, необходимо также разделить горизонтальные и вертикальные синхронизирующие импульсы, так как присутствие горизонтальных синхронизирующих импульсов на входе генератора вертикальной развертки оказывается вредным. Это разделение осуществляется специальными цепями, через которые синхронизирующие импульсы подводятся к генераторам развертки.

Блок-схема развертывающего устройства телевизионного приемника показана на фиг. 4.

Перейдем теперь к рассмотрению отдельных элементов этой схемы.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

СХЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СИНХРОНИЗИРУЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ИЗ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

Отделение импульсов синхронизации от напряжения сигналов изображения оказывается возможным благодаря тому, что амплитуда этих импульсов значительно превышает наибольшую возможную амплитуду сигналов изображения. Это позволяет отделять импульсы синхронизации от сигналов изображения по признаку отличия их амплитуд; соответственно схемы, служащие для отделения синхронизирующих импульсов, носят название амплитудных отделителей.

Что же касается разделения импульсов горизонтальной и вертикальной синхронизации, то оно оказывается возможным благодаря тому, что импульсы вертикальной синхронизации имеют гораздо бо́льшую продолжительность, чем горизонтальной (соответственно 192 и 5 *мксек*).

Устройства, разделяющие импульсы по временному признаку, рассматриваются в гл. 2.

Перейдем к рассмотрению схем амплитудных отделителей.

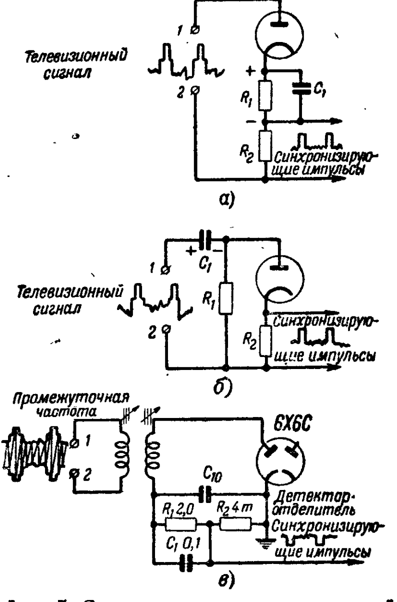
Диодные отделители синхронизирующих импульсов

В простейших схемах отделителей синхронизирующих импульсов используются диоды.

Одна из таких схем приведена на фиг. 5,*а*. В этой схеме величина сопротивления R_2 значительно меньше сопротивления R_1, а постоянная времени R_1C_1 примерно в 10 раз превышает продолжительность развертки по одной строке, которая составляет 64 *мксек*.

При подаче на вход схемы напряжения телевизионного сигнала через диод протекает ток, который относительно быстро заряжает конденсатор C_1 до напряжения, равного

амплитуде синхронизирующих импульсов. Вследствие наличия этого напряжения диод оказывается запертым в те моменты, когда на входе схемы действует меньшее по величине напряжение сигналов изображения. В интервалах между синхронизирующими импульсами конденсатор C_1 медленно разряжается через сопротивление R_1. В моменты воздействия синхронизирующих импульсов диод отпирается и кратковременный ток, подзаряжающий конденсатор C_1, создает на сопротивлении R_2 импульс напряжения синхронизации, отделенный от напряжения сигналов изображения.



Фиг. 5. Схемы диодных отделителей синхронизирующих импульсов.

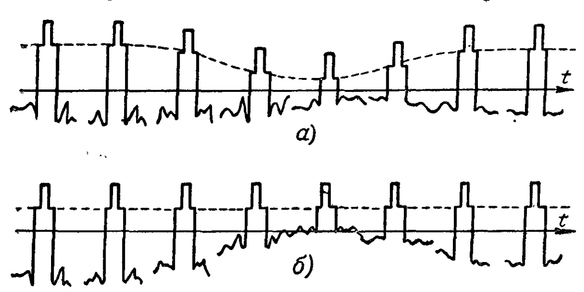
а — отделитель с последовательным включением; *б* — отделитель с параллельным включеннем; *в*—детектор-отделитель.

Другой вариант схемы диодного отделителя синхронизирующих импульсов приведен на фиг. 5,*б*. Действие этой схемы подобно действию схемы, рассмотренной выше. При подаче на зажимы *1-2* напряжения телевизионного сигнала в цепи, образованной диодом, сопротивлением R_2 и источником сигнала, появляется ток, который относительно быстро заряжает конденсатор C_1 до амплитуды синхронизирующих импульсов. При уменьшении напряжения на входе схемы диод запирается и происходит медленный разряд конденсатора C_1 через сопротивление R_1. Постоянная времени R_1C_1 выбрана такой же, как и в предыдущей схеме. В моменты воздействия синхронизирующих импульсов через диод протекает кратковременный ток, который, подзаряжая конденсатор C_1, создает импульс синхронизации на сопротивлении R_2.

На вход диодного отделителя вместо напряжения с выхода детектора приемника сигналов изображения можно подавать напряжение высокой частоты. В этом случае диод работает одновременно и как детектор, и как отделитель синхронизирующих импульсов. Такая схема приведена на

фиг. 5, *в*. В качестве детектора сигналов изображения в этом случае можно использовать, например, второй диод лампы 6Х6С.

Описанные схемы диодных отделителей могут также использоваться для восстановления постоянной составляющей сигнала изображения. Как известно, для правильного воспроизведения изображения на экране трубки необходимо производить модуляцию ее электронного луча как переменными составляющими сигнала изображения, так и постоянной его составляющей. Однако обычные схемы многокаскадных усилителей сигналов изображения не пропускают постоянную составляющую сигналов из-за наличия разделительных



Фиг. 6. Телевизионный сигнал до восстановления постоянной составляющей (*а*) и с восстановленной постоянной составляющей (*б*).

емкостей. Создание многокаскадного усилителя, способного пропускать постоянную составляющую, представляет собой весьма трудную техническую задачу. Поэтому в современной телевизионной технике используется способ искусственного восстановления постоянной составляющей на выходе усилителя сигналов изображения. Рассмотрим сущность этого способа.

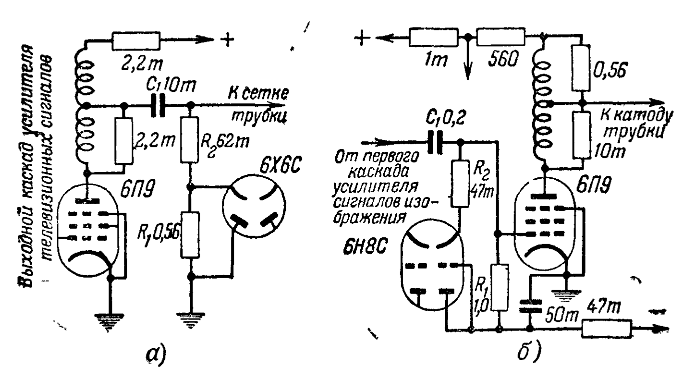
Как видно из фиг. 1, уровень передачи синхронизирующих импульсов на выходе телевизионного радиопередатчика является фиксированным. Усилитель сигналов изображения, следующий за детектором, не пропускает постоянной составляющей, и уровень верхних площадок синхронизирующих импульсов изменяется пропорционально этой постоянной составляющей (фиг. 6).

Это обстоятельство позволяет на выходе усилителя восстановить постоянную составляющую сигнала изображения в соответствии с изменением уровня верхних площадок синхронизирующих импульсов. Для этой цели можно ис-

пользовать схему, подобную изображенной на фиг. 5, *б*. Здесь практически напряжение на конденсаторе C_1 имеет величину, равную амплитуде синхронизирующих импульсов, и может использоваться для восстановления постоянной составляющей.

Типичная схема восстановления постоянной составляющей, примененная в телевизоре КВН-49Б, приведена на фиг. 7, *а*. Сопротивление R_2 в этой схеме препятствует шунтированию управляющего электрода трубки емкостью диода.

Восстановление постоянной составляющей можно осуществлять также в цепи сетки выходной лампы усилителя.

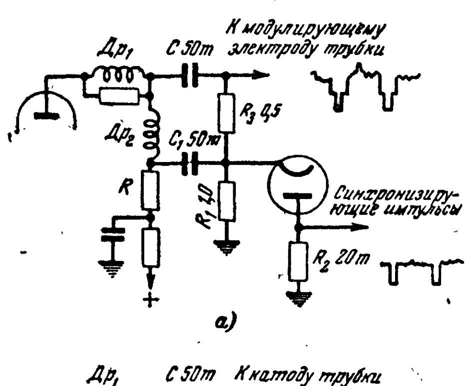


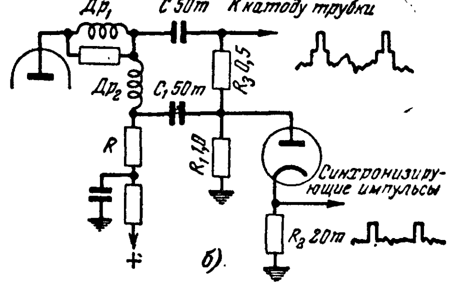
Фиг. 7. Схемы восстановления постоянной составляющей.
а — в телевизоре КВН-49Б; *б* — в телевизоре „Ленинград Т-2".

В этом случае восстановленная постоянная составляющая усиливается лампой одновременно с переменными составляющими, а электрод трубки, модулирующий луч, должен соединяться с анодной цепью лампы непосредственно (без переходных конденсаторов), чтобы обеспечить передачу постоянной составляющей. Такая схема применяется в телевизоре „Ленинград Т-2" и показана на фиг. 7, *б*.

Процесс восстановления постоянной составляющей можно объединить с отделением синхронизирующих импульсов. Два варианта такой схемы приведены на фиг. 8. Фиг. 8, *а* соответствует случаю, когда на выходе усилителя синхронизирующие импульсы имеют отрицательную полярность. Фиг. 8, *б* соответствует случаю положительной полярности синхронизирующих импульсов. Во избежание искажения частотной характеристики усилителя в области высоких частот вследствие влияния емкостей диода и других элементов схемы напряжение на диод снимается с сопротивления *R*, тогда

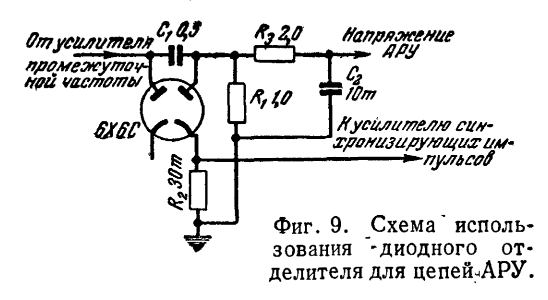
как переменное напряжение на трубку снимается с корректирующего дросселя $Др_2$ через переходной конденсатор C. Напряжение постоянной составляющей поступает на модулирующий электрод через большое сопротивление R_8.





Фиг. 8. Схемы использования диодного отделителя для восстановления постоянной составляющей.

Диодный отделитель может также использоваться как источник напряжения для автоматической регулировки усиления приемника. Такая схема приведена на фиг. 9. Здесь левый диод лампы 6Х6С используется в схеме детектора сигналов изображения, а с помощью правого диода осуществляется отделение синхронизирующих импульсов от сигналов изображения. Отрицательное напряжение с анода правого диода, пропорциональное амплитуде синхронизирующих импульсов, можно подать на сетки ламп телевизионного приемника для осуществления автоматической регулировки усиления. Синхронизирующие

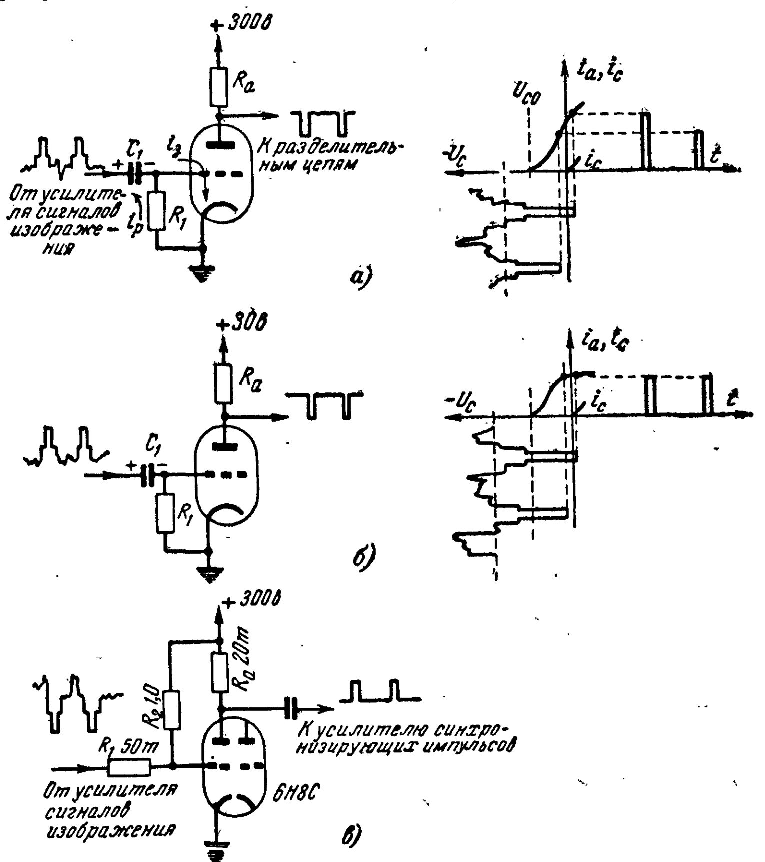


Фиг. 9. Схема использования диодного отделителя для цепей АРУ.

импульсы, появляющиеся на нагрузке диода отделителя R_2, подвергаются дальнейшему усилению и формированию.

Триодные отделители синхронизирующих импульсов

Широкое распространение получили схемы отделителей синхронизирующих импульсов, в которых используются триоды (фиг. 10). Эти схемы, кроме отделения синхронизирующих импульсов, обеспечивают также их усиление и поэтому не требуют дополнительных каскадов усиления.



Фиг. 10. Схемы триодных отделителей синхронизирующих импульсов и графическая иллюстрация действия схем.

а — отделитель с высоким анодным напряжением; *б* — отделитель с низким анодным напряжением; *в* — отделитель с положительным смещением иа сетке.

Действие схемы, показанной на фиг. 10,*а*, во многом напоминает действие диодного отделителя. Роль анода диода здесь выполняет сетка триода. Телевизионный сигнал подводится к сетке триода через емкость C_1. Управляющая

сетка не имеет фиксированного отрицательного смещения, поэтому при подаче на нее напряжения сигналов с положительной полярностью в лампе возникает сеточный ток. При этом конденсатор C_1 быстро заряжается до амплитуды синхронизирующих импульсов, так как сопротивление участка лампы сетка — катод при наличии положительного потенциала на сетке будет иметь малое значение. При уменьшении напряжения на сетке лампы во время действия сигналов изображения сеточный ток прекращается и конденсатор C_1 медленно разряжается через сопротивление R_1. Таким образом, управляющая сетка находится под большим отрицательным потенциалом и в интервалах между синхронизирующими импульсами лампа оказывается запертой.

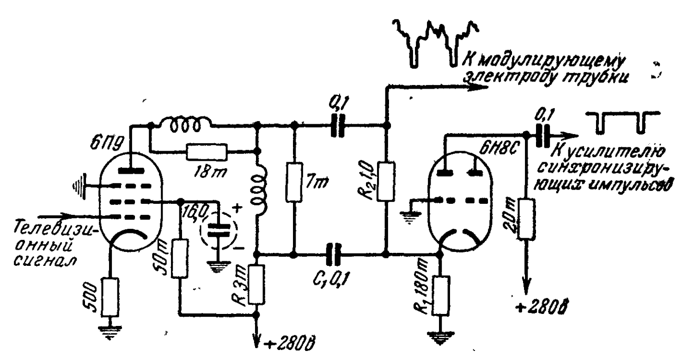
При воздействии синхронизирующих импульсов сеточный и анодный токи возрастают и на анодной нагрузке R_a выделяются усиленные синхронизирующие импульсы, отделенные от напряжения сигналов изображения. Далее с нагрузки R_a синхронизирующие импульсы через разделительные цепи либо поступают к соответствующим генераторам развертки, либо подвергаются дальнейшему усилению и формированию.

На фиг. 10,*б* показана схема триодного отделителя, работающего при низком анодном напряжении. Действие этой схемы отличается от предыдущей тем, что кроме отделения синхронизирующих импульсов от напряжения сигналов изображения здесь происходит также ограничение верхней части этих импульсов. Такое ограничение возможно благодаря тому, что при низком анодном напряжении характеристика анодного тока лампы вследствие насыщения принимает вид, показанный на фиг. 10,*б* (справа). Такая схема триодного отделителя обычно требует последующего дополнительного усиления и формирования синхронизирующих импульсов.

Для отделения синхронизирующих импульсов отрицательной полярности от напряжения сигналов изображения иногда используются триодные отделители с положительным смещением на сетке. Такая схема показана на фиг. 10,*в*. Между сеткой триода и источником анодного напряжения включено сопротивление R_2, образующее вместе с сопротивлением участка сетка — катод делитель напряжения. При этом сетка получает положительный потенциал и сопротивление участка сетка — катод становится незначительным.

Сопротивление R_2 подбирается таким, чтобы положительное напряжение на сетке составляло 1 — 2 *в*. При подаче на вход схемы сигналов изображения положительной

полярности они оказываются приложенными к делителю напряжения, образованному сопротивлением R_1 и сопротивлением промежутка сетка — катод. Так как сопротивление R_1 велико, между сеткой и катодом будет действовать лишь небольшая часть входного напряжения. Таким образом, положительная часть сигнала будет в значительной степени подавляться. При воздействии же отрицательных синхронизирующих импульсов сопротивление промежутка сетка — катод резко возрастает и почти все напряжение оказывается приложенным между сеткой и катодом, вследствие чего



Фиг. 11. Схема триодного отделителя с восстановлением постоянной составляющей.

анодный ток лампы резко уменьшается и на анодной нагрузке триода появляются отделенные синхронизирующие импульсы.

Триодный отделитель синхронизирующих импульсов можно также использовать в схеме восстановления постоянной составляющей. Такая схема приведена на фиг. 11.

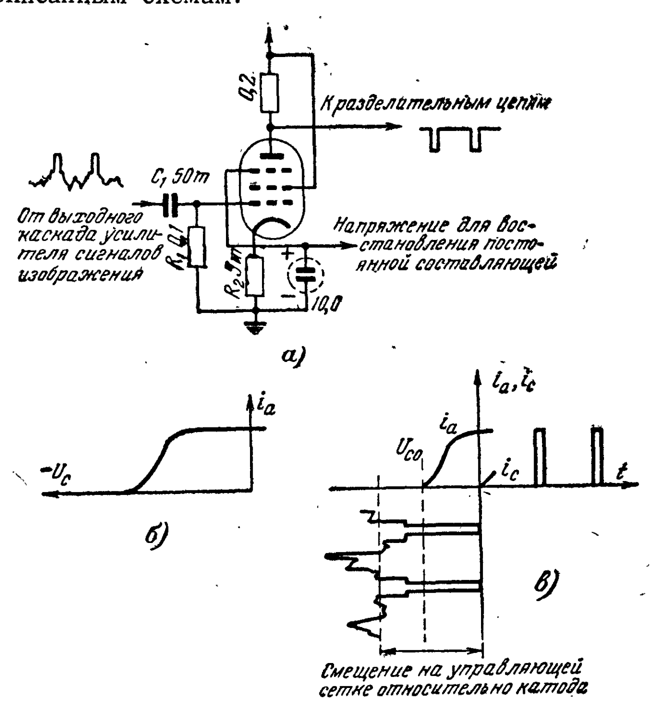
Участок сетка — катод лампы выполняет роль диода аналогично схеме, изображенной на фиг. 8,*а*.

Восстановление постоянной составляющей достигается подачей положительного напряжения, равного амплитудному значению синхронизирующих импульсов, через сопротивление R_2 на модулирующий электрод трубки.

Пентодные отделители синхронизирующих импульсов

Для отделения синхронизирующих импульсов от напряжения сигналов изображения выгодно использовать пентоды, так как им свойственно малое напряжение отсечки по управляющей сетке. Пентодные отделители одновременно производят двустороннее ограничение синхронизирующих импульсов

и практически не требуют их дальнейшего усиления и формирования. Кроме того, постоянное напряжение, возникающее на сопротивлении в катодной цепи лампы, можно использовать в качестве напряжения для восстановления постоянной составляющей сигнала изображения аналогично вышеописанным схемам.



Фиг. 12. Пентодный отделитель.

а—схема; *б*—характеристика лампы 6Ж4 в схеме пентодного отделителя; *в* — графическая иллюстрация действия пентодного отделителя.

На фиг. 12,*а* показана схема пентодного отделителя при использовании лампы 6Ж4. Обратим внимание на то обстоятельство, что постоянное напряжение для питания цепи анода лампы составляет всего около 100 *в*, а сопротивление анодной нагрузки сравнительно велико и составляет 0,2 *мгом*. Благодаря этому характеристика анодного тока лампы 6Ж4 приобретает вид, показанный на фиг. 12,*б*. Сопротивление в катодной цепи имеет относительно большую величину (5 *ком*) и зашунтировано большой емкостью. При подаче на вход схемы напряжения синхронизирующих импульсов поло-

жительной полярности через сопротивление R_2 потекут одновременно токи анода, экранной и управляющей сеток. В результате этого на катоде лампы возникнет положительное напряжение, пропорциональное амплитуде синхронизирующих импульсов.

Как и в триодном отделителе, при уменьшении напряжения на входе схемы во время передачи сигналов изображения благодаря разряду конденсатора C_1 через сопротивление R_1 на сетке лампы образуется отрицательное напряжение по отношению к земле, которое суммируется с положительным напряжением на катоде, в результате чего в интервале между синхронизирующими импульсами лампа оказывается запертой (фиг. 12,*в*).

Разделение горизонтальных и вертикальных синхронизирующих импульсов

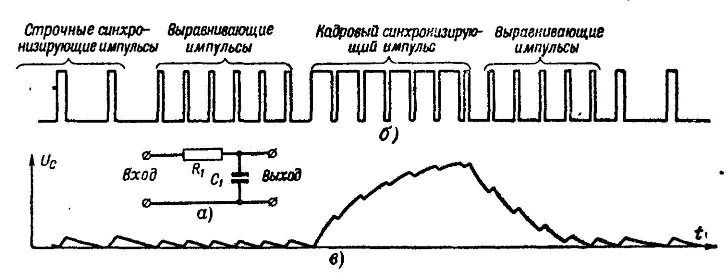
Как было указано выше, прежде чем подвести синхронизирующие импульсы с выхода отделителя к соответствующим генераторам развертки, их необходимо разделить. Чтобы исключить вредное действие горизонтальных синхронизирующих импульсов на генератор вертикальной развертки, а вертикальных—на генератор горизонтальной развертки, синхронизирующие импульсы с выхода отделителя подводятся к соответствующим генераторам развертки через специальные цепи, которые принято называть разделительными цепями.

Эти цепи разделяют синхронизирующие импульсы по временному признаку, так как длительность кадрового синхронизирующего импульса примерно в 38 раз больше длительности строчного синхронизирующего импульса (соответственно 192 *мксек* и 5,1 *мксек*). Цепь, соединяющая выход отделителя с генератором вертикальной развертки, по существу является фильтром низких частот и называется интегрирующей цепью. Эта цепь пропускает длительные кадровые синхронизирующие импульсы и подавляет кратковременные строчные синхронизирующие импульсы. Что же касается цепи, соединяющей выход отделителя с генератором горизонтальной развертки, то она представляет собой фильтр высоких частот и называется дифференцирующей цепью.

Рассмотрим более подробно действие интегрирующей цепи, схема которой показана на фиг. 13,*а*. Вследствие относительно большой постоянной времени цепи R_1C_1 (примерно 50 *мксек*), по сравнению с длительностью кратковре-

менных горизонтальных синхронизирующих и выравнивающих импульсов, конденсатор C_1 не может зарядиться до значительного напряжения. Действительно, при воздействии горизонтального синхронизирующего импульса конденсатор C_1 зарядится до некоторого весьма малого напряжения, но так как промежутки времени между импульсами значительно больше длительности импульсов, то к моменту прихода следующего импульса конденсатор C_1 успевает разрядиться до своего первоначального напряжения (фиг. 13,*в*).

Повышение напряжения на конденсаторе C_1 начинается при воздействии вертикального синхронизирующего импульса. Хотя этот импульс имеет шесть узких вырезок (фиг. 13,*б*),



Фиг. 13. Действие интегрирующей цепи.

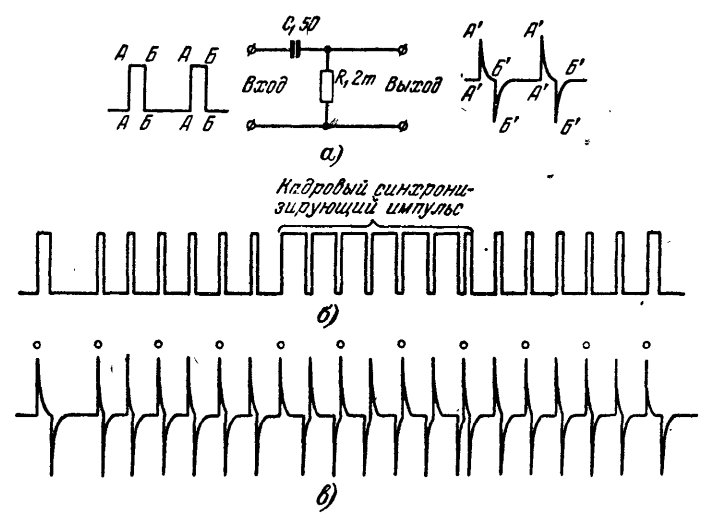
а — схема; *б* — форма сигнала на входе цепи; *в* — форма напряжения на выходе цепи.

тем не менее напряжение на конденсаторе C_1 нарастает до значительной величины (фиг. 13,*в*). Таким образом осуществляется выделение вертикальных синхронизирующих импульсов.

В практических схемах телевизоров интегрирующая цепь состоит из нескольких ячеек, что дает возможность получить большую крутизну переднего фронта кадрового синхронизирующего импульса и тем самым улучшить стабильность вертикальной развертки. В некоторых случаях для этой цели после интегрирующей цепи вертикальные синхронизирующие импульсы подвергаются дополнительному усилению и формированию.

На фиг. 14,*а* показана схема дифференцирующей цепи. Постоянная времени этой цепи примерно равна четверти длительности горизонтального синхронизирующего импульса (примерно 1 *мксек*). При воздействии на вход дифференцирующей цепи горизонтального синхронизирующего импульса через сопротивление R_1 проходит ток заряда конденсатора C_1. Благодаря малой постоянной времени цепи R_1C_1 конденса-

тор C_1 заряжается почти до амплитудного значения прикладываемого импульса, а на сопротивлении R_1 выделяется положительный остроконечный импульс напряжения A'-A'. В момент воздействия плоской части синхронизирующего импульса напряжение на конденсаторе остается практически постоянным и ток через сопротивление R_1 протекать не будет. В момент окончания воздействия импульса (*Б*-*Б*) напряжение на конденсаторе C_1 падает и через сопротивление R_1 протекает разрядный ток конденсатора. При этом на сопротивлении R_1 возникнет отрицательный остроконеч-



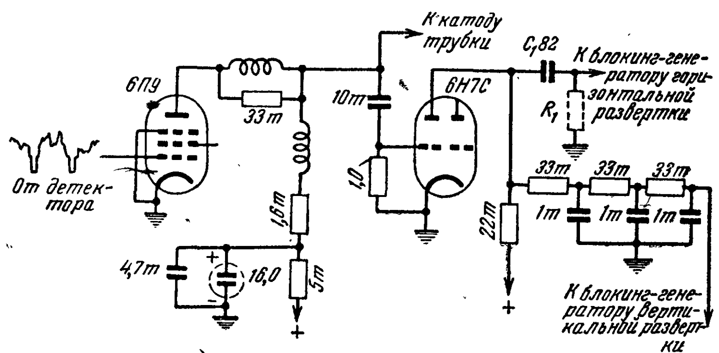
Фиг. 14. Действие дифференцирующей цепи.

а — схема; *б* — форма сигнала на входе цепи; *в* — форма напряжения на выходе цепи.

ный импульс напряжения (*Б'*-*Б'*). Таким образом, при воздействии на вход дифференцирующей цепи положительного прямоугольного синхронизирующего импульса на выходе этой цепи появляются два остроконечных импульса напряжения с противоположной полярностью, как показано на фиг. 14,*а*.

При воздействии на вход дифференцирующей цепи вертикального синхронизирующего импульса фиг. 14,*б*, имеющего узкие вырезки, на выходе цепи получаются остроконечные импульсы напряжения положительной и отрицательной полярности, соответствующие передним и задним фронтам этих импульсов (фиг. 14,*в*). Таким образом, даже в момент вертикального обратного хода луча генератор горизонтальной

развертки продолжает управляться синхронизирующими импульсами. Необходимостью непрерывного управления генератором горизонтальной развертки и поясняется наличие в кадровом синхронизирующем импульсе шести вышеупомянутых вырезок. Из фиг. 14,*в* видно, что, когда выравнивающие импульсы достигают входа дифференцирующей цепи, частота положительных остроконечных импульсов удваивается, но тем не менее, как будет показано ниже, на генератор горизонтальной развертки будут воздействовать только импульсы, отмеченные сверху точкой (через один). Следует отметить, что генератор горизонтальной развертки должен



Фиг. 15. Схема синхронизации, используемая в телевизоре „Москвич Т-1".

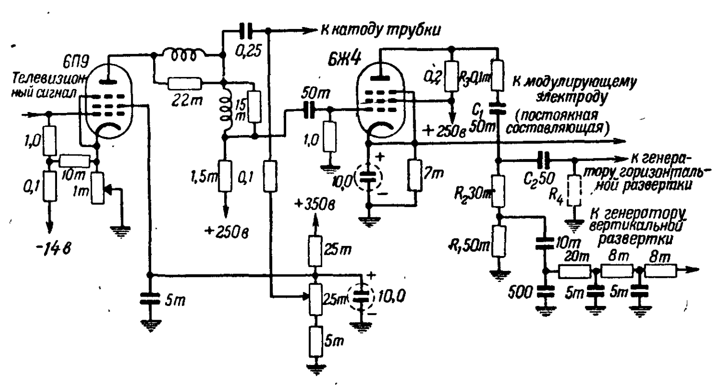
управляться остроконечными импульсами, которые получаются от дифференцирования переднего фронта синхронизирующих импульсов.

Для устойчивой синхронизации генератора необходимо, чтобы на вход дифференцирующей цепи поступали импульсы с возможно более крутым фронтом, так как в случае пологого переднего фронта импульса на выходе этой цепи будет получаться слабый и размытый дифференцированный импульс, который не обеспечивает надежного управления генератором развертки.

На фиг. 15 показана схема синхронизации с разделительными цепями телевизора „Москвич Т-1". Лампа 6П9 является выходным усилителем сигналов изображения. С анодной нагрузки триодного отделителя синхронизирующих импульсов (6Н7С) строчные синхронизирующие импульсы через дифференцирующую цепь, состоящую из конденсатора C_1 и сопротивления R_1, поступают к блокинг генератору горизонтальной развертки (в этой схеме роль сопротивления R_1 выполняет

анодная обмотка трансформатора блокинг-генератора). Отрицательные остроконечные импульсы, полученные от дифференцирования переднего фронта горизонтальных синхронизирующих импульсов, трансформируются в сеточную обмотку в положительной полярности и управляют блокинг-генератором.

Вертикальные синхронизирующие импульсы с анодной нагрузки отделителя поступают в анодную цепь блокинг-генератора вертикальной развертки через трехзвенную инте-



Фиг. 16. Схема синхронизации с разделительными цепями на пентоде 6Ж4.

грирующую цепь, которая состоит из трех сопротивлений по 33 000 *ом* и трех конденсаторов по 1 000 *пф*. Такая цепь позволяет выделять вертикальный синхронизирующий импульс с достаточно крутым передним фронтом.

На фиг. 16 показана еще одна схема синхронизации с разделительными цепями на пентоде, которая обеспечивает более устойчивую синхронизацию развертки, чем предыдущая схема.

При достаточной величине сигнала сихронизирующие импульсы подвергаются двустороннему ограничению в отделителе и на его выходе имеют почти прямоугольную форму.

Схемы формирования синхронизирующих импульсов перед разделительными цепями

Устойчивая синхронизация генераторов развертки обеспечивается в том случае, если синхронизирующие импульсы, подаваемые на разделительные цепи, полностью отделены от напряжения сигналов изображения, имеют форму, близкую к прямоугольной, и обладают большой амплитудой.

Обычно схемы диодных и триодных отделителей не обеспечивают полного отделения синхронизирующих импульсов от напряжения сигналов изображения и на выходе этих схем кроме синхронизирующих импульсов также выделяется напряжение сигналов изображения. Хотя амплитуда сигналов изображения на выходе этих отделителей меньше амплитуды синхронизирующих импульсов в 15—20 раз, тем не менее проникновение на выход отделителя даже такого незначительного напряжения сигналов изображения существенно ухудшает надежность синхронизации генератора горизонтальной развертки.

Схемы, применяемые для формирования синхронизирующих импульсов, одновременно с усилением импульсов производят также дальнейшее их ограничение и отделение от напряжения сигналов изображения, придавая им прямоугольную форму. Благодаря этому даже при значительном изменении напряжения входного сигнала амплитуда выходных импульсов остается постоянной, что является важным условием для обеспечения стабильной работы генераторов развертки.

В наиболее простых телевизионных приемниках, нормально работающих при значительной напряженности поля телевизионного сигнала, может использоваться только один отделитель синхронизирующих импульсов триодного или пентодного типа без последующего усиления и формирования синхронизирующих импульсов. С целью увеличения надежности работы в простых телевизорах отделители импульсов, как правило, подсоединяются к нагрузке выходной лампы приемника сигналов изображения.

При приеме на значительных расстояниях от телевизионного передатчика напряженность поля сигнала сильно уменьшается и наличие только одного отделителя в телевизионном приемнике не обеспечивает устойчивость синхронизации изображения. В этом случае необходимо применять дополнительные каскады формирования синхронизирующих импульсов, чтобы повысить устойчивость синхронизации. С применением таких каскадов в телевизионных приемниках отделитель синхронизирующих импульсов может быть подключен непосредственно к нагрузке детектора телевизионного приемника.

Такое решение приводит к улучшению синхронизации, так как надо иметь в виду, что на выходе последней лампы усилителя телевизионных сигналов синхронизирующие импульсы могут частично срезаться из-за захода в область сеточных токов или отсечки анодного тока этой лампы.

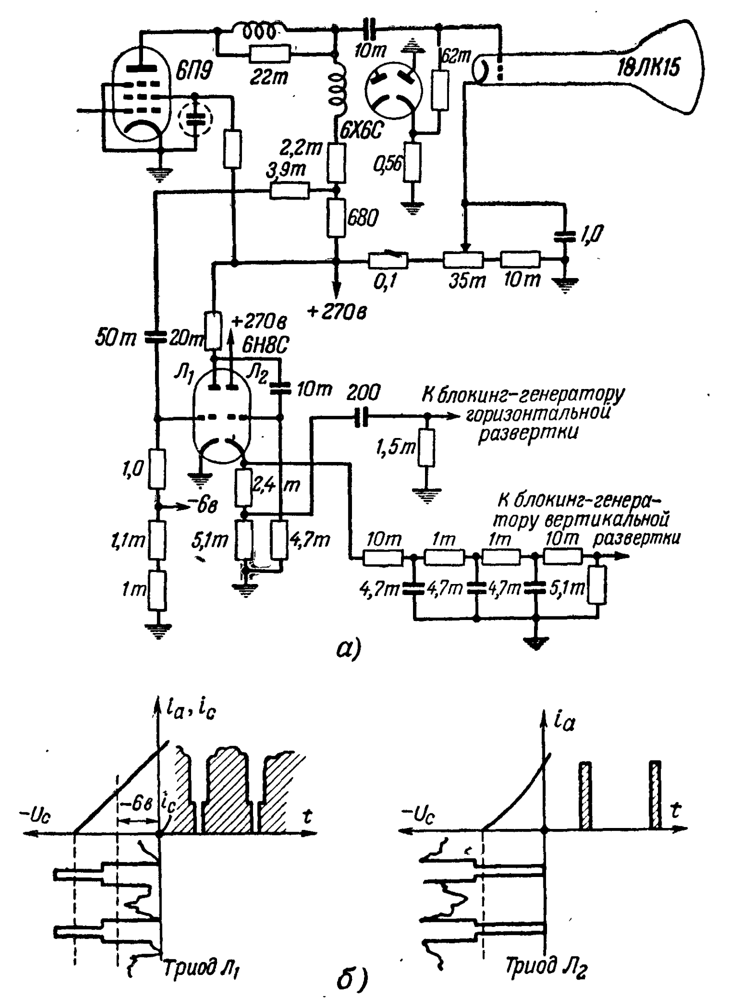
В таких условиях присоединение отделителя к какому-либо предыдущему каскаду также может содействовать улучшению синхронизации.

На фиг. 17,*а* изображена схема синхронизации, применяемая в телевизорах КВН-49. В этой схеме отделение, усиление и формирование синхронизирующих импульсов осуществляются в двух каскадах, построенных на двойном триоде 6Н8С ($Л_1$ и $Л_2$). Лампа 6П9 является оконечным усилителем приемника сигналов изображения. Один диод лампы 6Х6С используется в схеме восстановления постоянной составляющей сигнала. Телевизионный сигнал с отрицательными синхронизирующими импульсами снимается с части анодной нагрузки лампы 6П9 и подводится к управляющей сетке лампы $Л_1$. На эту сетку также подается отрицательное напряжение смещения — 6 *в*. Амплитуда синхронизирующих импульсов, снимаемых с части нагрузки выходной лампы, выбирается такой, что при нормальной контрастности сигнала верхушки импульсов заходят в область отсечки анодного тока.

Таким образом, сигнал, снимаемый с анодной нагрузки лампы $Л_1$, имеет положительные синхронизирующие импульсы, ограниченные сверху, а положительные сигналы изображения частично подавляются сеточными токами лампы. Сопротивление 3,9 *ком*, включенное в сеточную цепь лампы $Л_1$, предохраняет нагрузку лампы 6П9 от шунтирующего действия промежутка сетка — катод лампы $Л_1$ при положительных сигналах изображения.

С анодной нагрузки лампы $Л_1$ этот сигнал подводится к сетке лампы $Л_2$, которая действует как катодный повторитель. Напряжение сигналов изображения вместе с гасящими импульсами постоянно остается в области отсечки анодного тока, а синхронизирующие импульсы, ограниченные сверху и снизу, появляются на катодной нагрузке лампы $Л_2$. Графическая иллюстрация действия ламп в этой схеме синхронизации показана на фиг. 17,*б*. Положительные синхронизирующие импульсы прямоугольной формы с катодной нагрузки $Л_2$ через разделительные цепи подводятся к соответствующим генераторам развертки.

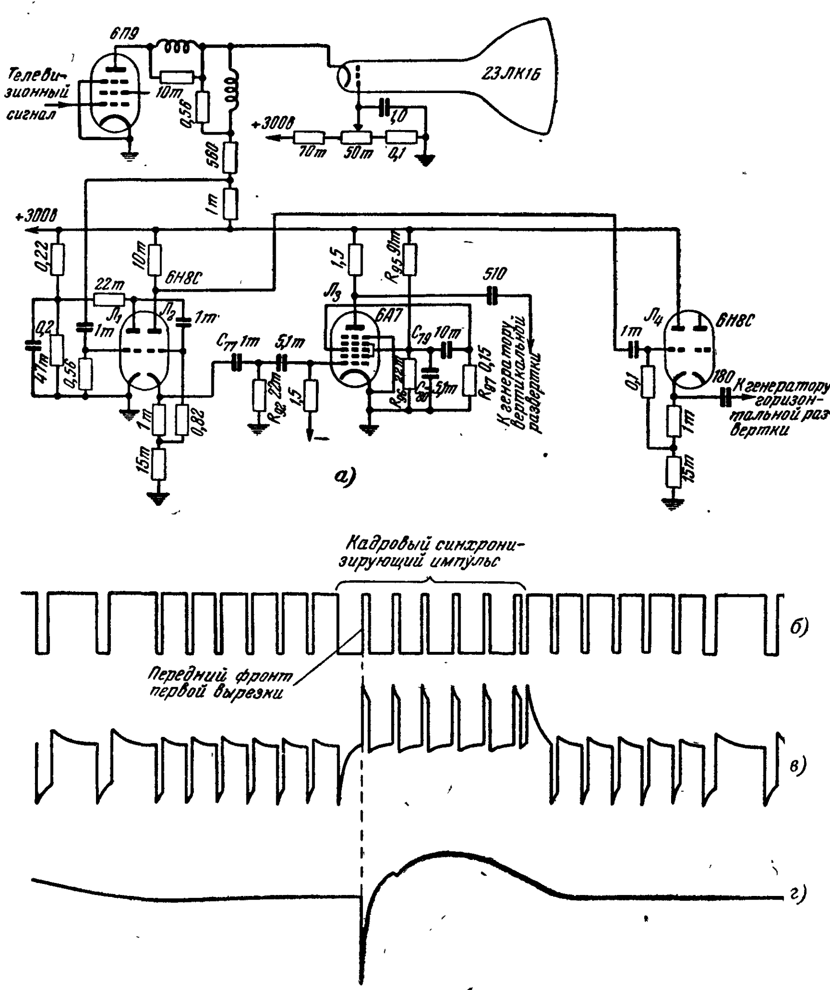
На фиг. 18,*а* изображена схема синхронизации, применяемая в телевизоре „Ленинград Т-2". Левая половина лампы 6Н8С ($Л_1$) является триодным отделителем. Синхронизирующие импульсы положительной полярности с части анодной нагрузки лампы 6П9 поступают на сетку лампы $Л_1$. Импульсы отрицательной полярности с анодной нагрузки лампы $Л_1$ по-



Фиг. 17. Схема синхронизации, применяемая в телевизоре КВН-49.

а — схема; *б* — графическая иллюстрация работы ламп в схеме.

ступают на сетку лампы $Л_2$, где получают дальнейшее ограничение сверху. С анодной нагрузки $Л_2$ импульсы положительной полярности поступают на сетку лампы $Л_4$ и еще раз ограничиваются. Эта лампа действует в режиме катодного повторителя и с ее катодной нагрузки синхронизирующие импульсы через дифференцирующую цепь поступают



Фиг. 18. Схема синхронизации, применяемая в телевизоре „Ленинград Т-2".

а—схема; *б* — синхронизирующие импульсы на катодном сопротивлении лампы $Л_2$; *в*—импульсы на входе лампы $Л_3$; *г* — импульсы в анодной цепи лампы $Л_3$.

к генератору горизонтальной развертки. Кроме того, лампа $Л_4$ является буфером, препятствуя мощным импульсам этого генератора проникать в цепи синхронизации вертикальной развертки.

Интересно отметить, что здесь синхронизация генератора вертикальной развертки осуществляется без применения ин-

тегрирующей цепи. Известно, что существенным недостатком схемы выделения кадровых синхронизирующих импульсов при использовании интегрирующей цепи является зависимость крутизны переднего фронта выделенного импульса от величины входного сигнала, колебаний питающего напряжения и т. п., что в некоторых случаях может приводить к неустойчивой кадровой синхронизации и главным образом к нарушению чересстрочной развертки.

В телевизоре „Ленинград Т-2" для обеспечения симметричной чересстрочной развертки синхронизация генератора вертикальной развертки осуществляется остроконечными импульсами, получаемыми в результате дифференцирования первой вырезки кадрового синхронизирующего импульса.

С катодной нагрузки лампы $Л_2$ синхронизирующие импульсы отрицательной полярности поступают на сетку гептода 6А7 ($Л_3$) через дифференцирующую цепь, состоящую из конденсатора C_{77} и сопротивления R_{92}. На эту же сетку подается отрицательное напряжение смещения такой величины, чтобы лампа могла отпираться только положительными синхронизирующими импульсами.

На фиг. 18, *в* изображена форма напряжения на входе лампы $Л_3$, полученного после дифференцирования отрицательных синхронизирующих импульсов.

Лампа $Л_3$ отпирается только в тот момент, когда на ее сетку действует положительный импульс, получаемый в результате дифференцирования переднего фронта первой вырезки кадрового синхронизирующего импульса. При этом конденсаторы C_{79} и C_{80} разряжаются через лампу. Отрицательное напряжение, возникающее на сигнальной сетке при разряде конденсатора через сопротивление R_{97}, запирает лампу. Постоянная времени заряда этих конденсаторов относительно велика и лампа остается запертой длительное время, вследствие чего положительные импульсы, полученные от дифференцирования остальных вырезок кадрового синхронизирующего импульса не в состоянии открыть ее.

Полученный, таким образом, на анодной нагрузке лампы $Л_3$ отрицательный импульс (фиг. 18, *г*) поступает к генератору вертикальной развертки. Крутизна переднего фронта этого импульса практически не изменяется при колебаниях питающего напряжения, благодаря чему обеспечивается устойчивая симметричная чересстрочная развертка.

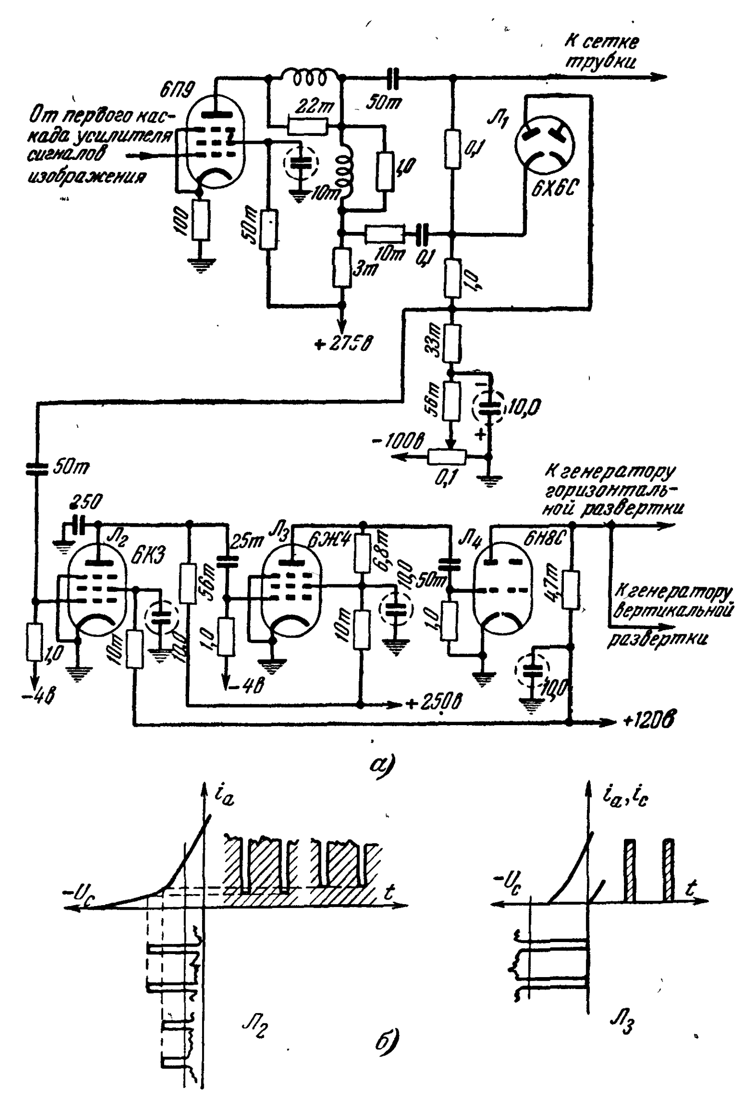
Недостатком схемы (фиг. 18, *а*) является ее восприимчивость к кратковременным импульсным помехам, которые меньше сказываются при использовании интегрирующей цепи.

В схемах усиления и формирования синхронизирующих импульсов наряду с триодами могут быть применены пентоды, что повышает качество работы этих схем. В виде примера на фиг. 19, *а* показана схема формирования синхронизирующих импульсов на пентодах в сочетании с диодным отделителем синхронизирующих импульсов, причем диод $Л_1$ является одновременно и восстановителем постоянной составляющей.

Синхронизирующие импульсы отрицательной полярности с анодной нагрузки диода $Л_1$ подводятся к управляющей сетке лампы $Л_2$. На эту сетку подается фиксированное напряжение смещения — 4 *в*. Благодаря тому, что лампа $Л_2$ (6К3) имеет характеристику с переменной крутизной, амплитуда импульсов, подаваемых на сетку этой лампы, в известной степени стабилизируется. Действительно, как показано на фиг. 19, *б*, импульсы, имеющие большую амплитуду, заходят в область характеристики с малой крутизной, тогда как импульсы, имеющие малую амплитуду, захватывают лишь область характеристики с относительно большой крутизной. Таким образом, в анодной нагрузке этой лампы амплитуда синхронизирующих импульсов остается почти постоянной, даже если импульсы на входе имеют разные амплитуды. При этом также частично подавляются импульсные помехи.

Усиленные импульсы положительной полярности подводятся к управляющей сетке лампы $Л_3$ (6Ж4). На сетку этой лампы подается также фиксированное смещение — 4 *в*. В моменты воздействия синхронизирующих импульсов положительной полярности и большой амплитуды потенциал сетки становится положительным и появляется сеточный ток. Этот ток, протекая через сопротивление утечки сетки лампы $Л_3$ и заряжая конденсатор связи, создает дополнительное напряжение смещения, вследствие чего рабочая точка лампы смещается еще более влево (см. фиг. 19, *б*). При этом в промежутки времени между синхронизирующими импульсами лампа остается запертой и на выходе каскада не появляется напряжение помех.

На анодной нагрузке лампы $Л_3$ образуются синхронизирующие импульсы прямоугольной формы и значительной амплитуды. Синхронизирующие импульсы, снимаемые с анода лампы $Л_3$, имеют отрицательную полярность и подводятся к сетке лампы $Л_4$, где дополнительно подвергаются усилению и ограничению, так что на выходе усилителя полу-



Фиг. 19. Формирование синхронизирующих импульсов в схеме на пентодах в сочетании с диодным отделителем.

а — схема; *б* — графическая иллюстрация работы схемы.

чаются импульсы положительной полярности почти прямоугольной формы.

Схема фиг. 19,*а* замечательна тем, что при изменении сигнала на нагрузке выходной лампы от 6 до 60 *в* синхронизирующие импульсы на выходе усилителя сохраняют прямоугольную форму и неизменную амплитуду. Такая схема усилителя синхронизирующих импульсов может быть с успехом применена для телевизоров, работающих на большом удалении от телевизионного передатчика.

Схемы формирования синхронизирующих импульсов, использующие меньшее число каскадов, являются более чувствительными к изменению силы сигнала. При их использовании синхронизация развертки ухудшается в случае приема слабых телевизионных сигналов.

ГЛАВА ВТОРАЯ

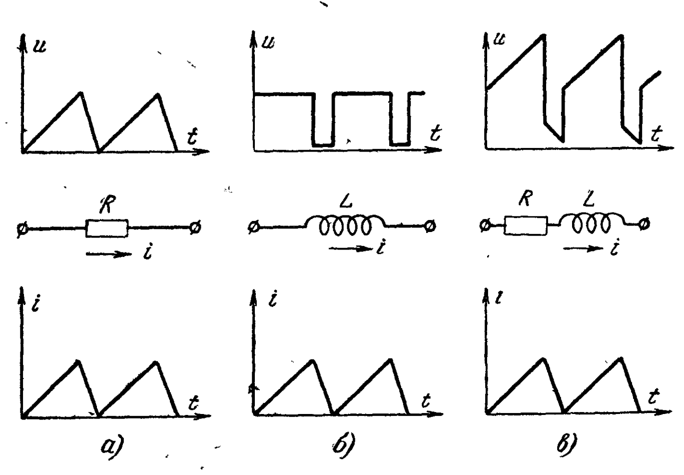
ГЕНЕРАТОРЫ РАЗВЕРТКИ

Синхронизация каждого из генераторов развертки осуществляется один раз за период — в момент воздействия синхронизирующего импульса. В течение всей остальной части периода движение электронного луча по экрану трубки зависит только от процессов, происходящих в самом генераторе. Поэтому генераторы развертки должны не только легко поддаваться синхронизации, но и обеспечивать равномерное движение луча по экрану трубки во время прямого хода и быстрое возвращение его в исходное положение во время действия гасящих импульсов.

При использовании электронно-лучевой трубки с электростатической разверткой к ее отклоняющим пластинам с выходов генераторов развертки должно подаваться пилообразное напряжение, так как в этих трубках величина смещения луча на экране пропорциональна изменению напряжения, приложенного к отклоняющим пластинам.

В трубках с электромагнитным отклонением для получения прямолинейного движения луча необходимо, чтобы магнитный поток, создаваемый отклоняющими катушками, изменялся по пилообразному закону. Вследствие большой индуктивности этих катушек форма тока в них отличается от формы напряжения, действующего на концах катушек. Поэтому для получения в катушках пилообразного потока необходимо, чтобы напряжение на концах катушек изменялось во времени по кривой, отличной от пилообразной.

Выясним, какой должна быть форма напряжения на отклоняющих катушках, чтобы в них протекал пилообразный ток. Если к зажимам активного сопротивления приложить напряжение U, изменяющееся по пилообразному закону, то под действием этого напряжения через сопротивление будет проходить ток i также пилообразной формы (фиг. 20, *а*), но для того, чтобы ток пилообразной формы протекал через катушку индуктивности, к ее зажимам необходимо приложить напряжение прямоугольной формы (фиг. 20, *б*). Поскольку отклоняющие катушки обладают как индуктивностью, так и активным сопротивлением, к их зажимам



Фиг. 20. Формы кривых напряжений, которые нужно подать на нагрузку, чтобы получить ток пилообразной формы.

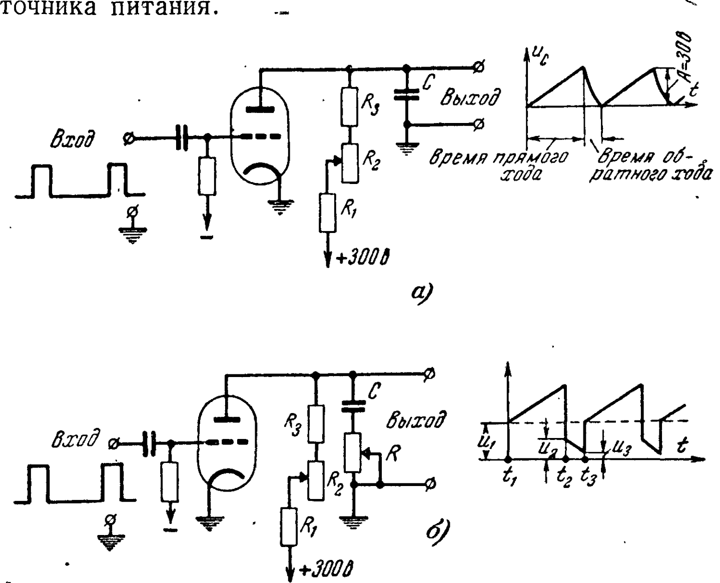
необходимо прикладывать совместно пилообразное и прямоугольное напряжения. Если соотношения между этими двумя напряжениями выбраны правильно, то через отклоняющие катушки будет протекать ток пилообразной формы (фиг. 20 *в*) и их магнитный поток будет изменяться тоже пилообразно.

Рассмотрим, как получается пилообразное напряжение.

Схема получения такого напряжения с помощью лампы с разрядной цепью показана на фиг. 21, *а*. Если сумма сопротивлений $(R_1 + R_2 + R_3)$ значительно больше внутреннего сопротивления отпертой лампы при наличии положительного потенциала на ее сетке, то напряжение на конденсаторе C будет практически равно нулю. В момент запирания лампы конденсатор C начинает заряжаться через

сопротивления R_1, R_2 и R_3 от источника питания. При этом напряжение на конденсаторе C будет нарастать по экспоненциальному закону, как показано на фиг. 22.

Напряжение на конденсаторе u_C в начальный момент растет быстро, затем с течением времени скорость нарастания постепенно убывает, и в дальнейшем напряжение на конденсаторе очень медленно приближается к напряжению источника питания.



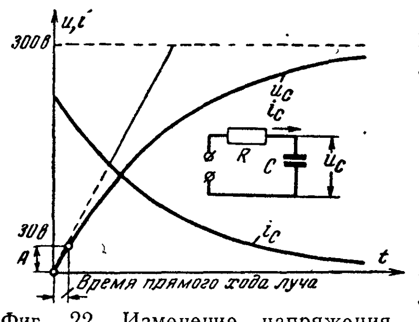
Фиг. 21. Схемы с разрядной цепью.

а — для получения пилообразного напряжения; *б* — для получения пилообразно-импульсного напряжения.

Постоянная времени $(R_1+R_2+R_3)\,C$ должна быть выбрана с таким расчетом, чтобы за время прямого хода луча напряжение на конденсаторе C не успевало заметно выходить за пределы линейного участка кривой. Практически величины R и C выбираются такими, чтобы за время прямого хода луча конденсатор C мог зарядиться до напряжения, соответствующего примерно 0,1 от напряжения источника питания (см. фиг. 22).

Если для формирования пилообразного напряжения использовать меньший начальный участок экспоненциальной кривой, то линейность развертки будет лучше, но вместе с этим будет уменьшаться и размер растра. Для получения

нормального размера растра размах (амплитуды) пилообразной кривой на разрядном конденсаторе должен быть порядка 30 *в*. Следовательно, напряжение источника питания разрядной лампы должно быть не менее 300 *в*. В случае использования источника питания с меньшим напряжением возникает необходимость дополнительной компенсации нелинейных искажений растра. В простейших случаях эти искажения компенсируются нелинейностью характеристики лампы выходного каскада.



Фиг. 22. Изменение напряжения и тока при заряде конденсатора.

Для получения на выходе схемы пилообразного напряжения на сетку разрядной лампы подают кратковременные положительные импульсы. При этом в моменты воздействия их на сетку лампы конденсатор C периодически быстро разряжается, а в промежутках между импульсами этот конденсатор относительно медленно заряжается.

Переменное сопротивление R_2, изменяющее скорость заряда конденсатора C, позволяет изменить размах амплитуды пилообразного напряжения до нужной величины.

Полученное, таким образом, пилообразное напряжение после дальнейшего усиления подводится к пластинам электростатической трубки.

Для получения кривой напряжения, показанной на фиг. 20,*в*, используется схема фиг. 21,*б*, которая отличается от схемы фиг. 21,*а* только тем, что в ней последовательно с конденсатором C включено сопротивление R.

Выясняя роль этого сопротивления, обратимся к фиг. 22. Если напряжение u_C на конденсаторе C в начальный момент его заряда равно нулю и затем повышается до напряжения источника питания, то ток i_C заряда конденсатора C в начальный момент равен наибольшему значению, величина которого ограничивается лишь активным сопротивлением в цепи. После этого ток i_C уменьшается по экспоненциальному закону и совсем прекращается тогда, когда конденсатор C зарядится до напряжения источника питания.

При разряде конденсатора на активное сопротивление разрядный ток его изменяется по такому же закону. Пусть

конденсатор C не заряжен, а разрядная лампа только что закрылась (фиг. 21,*б*). В этот момент t_1 зарядный ток конденсатора ограничится сопротивлениями R_1, R_2, R_3 и R, а напряжение на аноде лампы и на конденсаторе C будет равно u_1 (падению напряжения от протекания зарядного тока конденсатора через сопротивление R). Это напряжение является частью напряжения источника питания, которое падает на сопротивлениях R_1, R_2, R_3 и R.

По мере того как конденсатор C начинает заряжаться, напряжение на аноде разрядной лампы увеличивается. При этом используемая начальная часть экспоненциальной кривой напряжения имеет почти линейный характер. Напряжение возрастает до момента t_2, пока на сетку разрядной лампы не поступит положительный импульс от генератора развертки. Как только положительный импульс будет приложен к сетке разрядной лампы, лампа откроется. При этом напряжение на аноде разрядной лампы резко упадет до значения u_2. Во время краткого интервала от t_2 до t_3 конденсатор разряжается и напряжение на сопротивлении R падает до значения u_3. С окончанием действия импульса разрядная лампа снова запирается и напряжение на последовательной цепи RC резко повышается до значения u_1. После этого конденсатор C начинает заряжаться и цикл повторяется.

Таким образом, зарядный ток конденсатора образует положительное падение напряжения на сопротивлении R, а разрядный ток — отрицательное падение напряжения. В результате этого на сопротивлении R возникает импульсное напряжение, пропорциональное величине сопротивления, а на выходе схемы — пилообразно-импульсное напряжение. Изменяя величину сопротивления R, можно менять соотношение между пилообразной и прямоугольной составляющими напряжения.

Сопротивление R_2 делают переменным для того, чтобы иметь возможность изменять амплитуду развертывающего напряжения, а вместе с тем и размер растра.

Блокинг-генератор

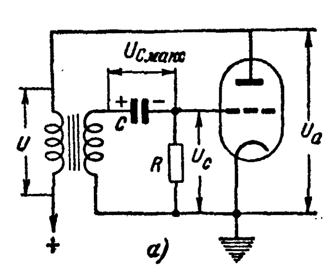
Блокинг-генератор, принципиальная схема которого показана на фиг. 23,*а*, представляет собой одноламповую автоколебательную систему релаксационного типа. Он отличается от обычного генератора с самовозбуждением отсутствием настроенных контуров в цепях схемы и наличием сильной обратной связи. В анодную цепь лампы включена только первичная обмотка трансформатора, при помощи которого

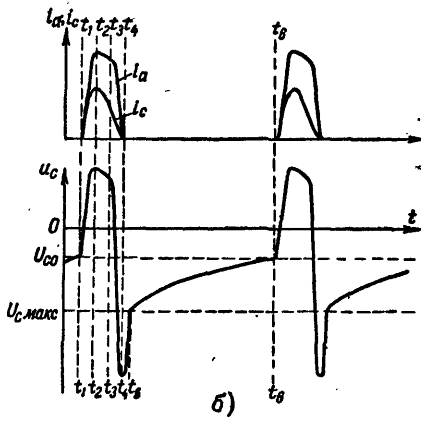
осуществляется связь с цепью сетки. Обмотки трансформатора включаются так, что при увеличении анодного тока на сетке генераторной лампы наводится положительное напряжение.

Рассмотрим работу блокинг-генератора.

Пусть лампа заперта отрицательным напряжением $-U_c$ (полярность напряжения на конденсаторе C показана на схеме). С разрядом конденсатора C через сопротивление R отрицательное напряжение на сетке уменьшается и к моменту времени t_1 достигнет порога отпирания лампы (U_{c0}). Через лампу начнет протекать анодный ток i_a.

При увеличении анодного тока на сеточной обмотке трансформатора появляется положительное напряжение U_c. Это напряжение в свою очередь увеличивает анодный ток i_a и т. д. Таким образом, возникает лавинообразный процесс нарастания анодного тока и сеточного напряжения. Поскольку i_a ограничивается током насыщения лампы, он не может нарастать беспредельно и к моменту времени t_2 (фиг. 23,*б*) появляются причины, вызывающие замедление нарастания положитель-





Фиг. 23. Блокинг-генератор.
а—схема; *б*—графическая иллюстрация работы.

ного напряжения на сетке. Замедление нарастания анодного тока вызывается уменьшением напряжения U_a на аноде лампы, которое происходит вследствие увеличения падения напряжения U на анодной обмотке трансформатора.

В момент времени t_2 рост анодного тока и положительного напряжения на сетке лампы прекращаются и начинается сравнительно медленное уменьшение их. Однако уменьшение сеточного напряжения не вызывает вначале замет-

ного уменьшений анодного тока, так как крутизна характеристики лампы в этой области незначительна. Вместе с тем благодаря наличию положительного напряжения на сетке лампы и сравнительно низкого напряжения на ее аноде через лампу протекает сеточный ток значительной величины. За счет этого тока происходит заряд конденсатора C, и к моменту прекращения анодного тока напряжение на конденсаторе достигает $U_{C\,макс}$.

К моменту t_3 процесс снова переходит в область большой крутизны характеристики лампы и условия образования лавинообразного процесса возобновляются. Теперь этот процесс происходит в обратном направлении, так как резкое уменьшение анодного тока вызывает отрицательное напряжение на сетке и лампа быстро запирается.

После запирания лампы (t_4) на сетке возникает отрицательный импульс напряжения значительной величины, который достаточно быстро падает до нуля (t_5). С момента времени t_5 потенциал на сетке лампы полностью определяется напряжением на конденсаторе C, который сравнительно медленно разряжается через сопротивление R.

К моменту t_6 конденсатор C разряжается до напряжения U_{c0} отпирания лампы, возникает анодный ток и цикл повторяется.

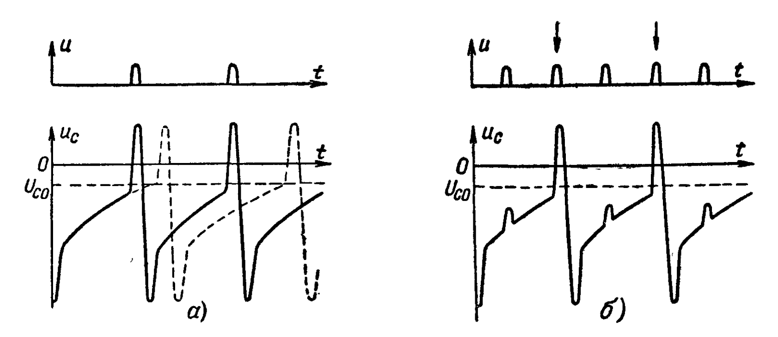
Изменением величины постоянной времени RC можно изменять частоту генерируемых импульсов в широких пределах. В практических схемах сопротивление R делают переменным. Но это не единственный способ изменения частоты генерируемых импульсов блокинг-генератора. Так, например, частоту его можно менять в широких пределах путем подачи дополнительного смещения на сетку лампы. Действительно, при неизменной величине постоянной времени RC частота генерируемых импульсов будет изменяться с изменением величины $U_{C\,макс}$ (фиг. 23,*б*), причем с увеличением отрицательного значения $U_{C\,макс}$ длительность периода увеличивается.

Указанный метод регулирования частоты блокинг-генератора широко используется в схемах разверток с АПЧ (автоматической подстройкой частоты).

Управление частотой блокинг-генератора в телевизионных развертках, в которых не применяется АПЧ, осуществляется путем подачи на сетку генераторной лампы положительных синхронизирующих импульсов, доводящих ее до отпирания.

Графическое пояснение синхронизации блокинг-генератора приведено на фиг. 24,*а*, где кривая *u* изображает синхронизирующие импульсы, прикладываемые к сетке лампы, а кривая u_c — напряжения на сетке лампы под действием синхронизирующих импульсов (сплошная линия) и в их отсутствии (пунктир).

Из фиг. 24,*а* видно, что синхронизирующие импульсы будут управлять частотой блокинг-генератора в том случае, если частота собственных колебаний блокинг-генератора будет ниже частоты синхронизирующих импульсов.



Фиг. 24. Графическая иллюстрация процесса синхронизации блокинг-генератора.

а — импульсами той же частоты; *б* — импульсами удвоенной частоты.

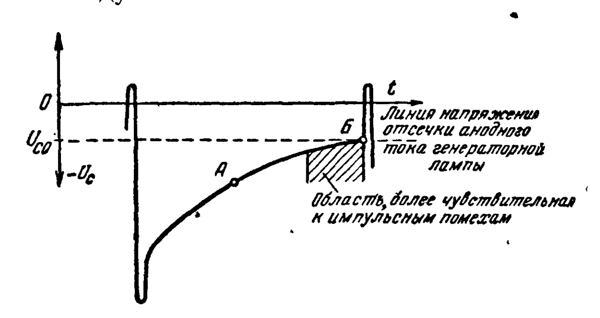
Выше было указано, что генератор горизонтальной развертки телевизионного приемника не теряет управления во время действия кадрового синхронизирующего импульса, который имеет удвоенную частоту выравнивающих импульсов. Графическая иллюстрация синхронизации блокинг-генератора с удвоенной частотой синхронизирующих импульсов по сравнению с его собственной частотой приведена на фиг. 24,*б*.

Из фиг. 24,*б* видно, что синхронизирующие импульсы, приходящие в промежутках между ведущими импульсами, не в состоянии открыть генераторную лампу и поэтому не оказывают никакого влияния на работу блокинг-генератора. При этом амплитуда синхронизирующих импульсов должна иметь некоторое определенное значение.

Рассмотрим, как воздействуют на работу блокинг-генератора кратковременные импульсные помехи, которые проникают вместе с синхронизирующими импульсами на сетку генераторной лампы.

После запуска блокинг-генератора синхронизирующим импульсом управляющая сетка лампы приобретает высокий отрицательный потенциал благодаря заряду, накопленному на сеточном конденсаторе. Это отрицательное напряжение удерживает лампу запертой до тех пор, пока заряд на сеточном конденсаторе не уменьшится до такого значения, при котором лампа снова откроется.

По мере уменьшения заряда на конденсаторе уменьшается и скорость его разряда так, что часть кривой разрядного цикла имеет пологий характер. На фиг. 25 этот участок находится между точками *А* и *Б*.



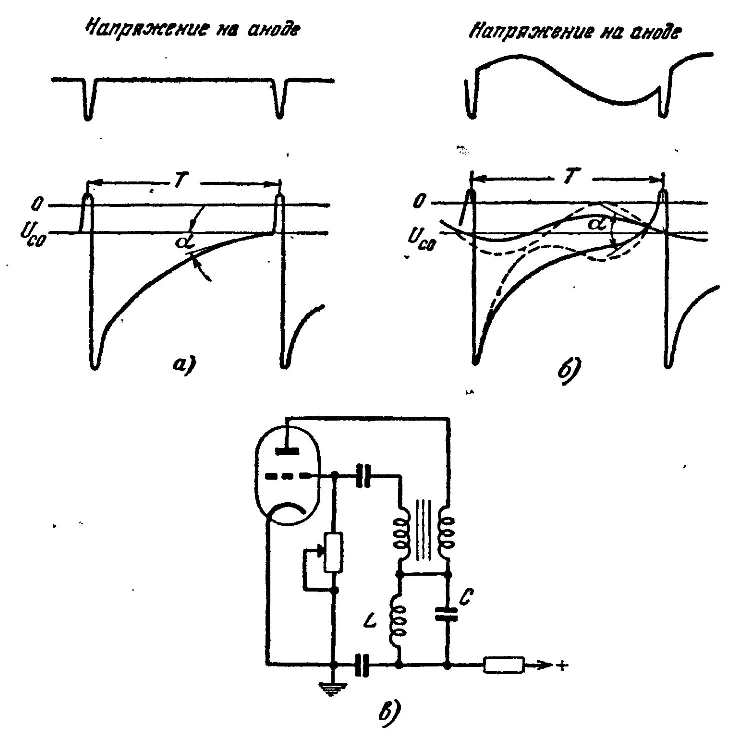
Фиг. 25. Кривая напряжения на сетке лампы блокинг-генератора или мультивибратора.

В начальный момент разряда сеточного конденсатора отрицательное напряжение на нем достаточно велико и блокинг-генератор не реагирует на приходящие импульсы помех. Однако по мере разряда положительные импульсы помех могут уже воздействовать на генератор и нарушать его синхронизацию. Опыт показывает, что чувствительность блокинг-генератора к запуску его импульсами помех особенно велика в последние 15% разрядного цикла конденсатора и не зависит от частоты его колебаний.

Стабильность частоты блокинг-генератора может быть повышена путем использования схемы блокинг-генератора с синусоидальной стабилизацией.

При свободных колебаниях напряжение на сеточном конденсаторе в процессе его разряда медленно приближается к напряжению отсечки анодного тока лампы, после чего начинается новый период колебаний (фиг. 26,*а*). Это является основной причиной недостаточной стабильности генератора, так как незначительные изменения напряжения отсечки анодного тока лампы (например, вследствие изменения сетевого

напряжения) или изменения формы разрядной кривой сеточного конденсатора (например, вследствие изменения температурных условий) влекут за собой изменение периода колебаний генератора.



Фиг. 26. Пояснение способа повышения стабильности частоты блокинг-генератора.

а—напряжение на сетке и аноде лампы обычного блокинг-генератора; *б*—напряжение на сетке и аноде лампы блокинг-генератора, стабилизированного наложением синусоидального напряжения; *в* — упрощенная схема блокинг-генератора стабилизированного синусоидальным напряжением.

Стабильность частоты блокинг-генератора может быть повышена путем увеличения угла α (фиг. 26,*б*).

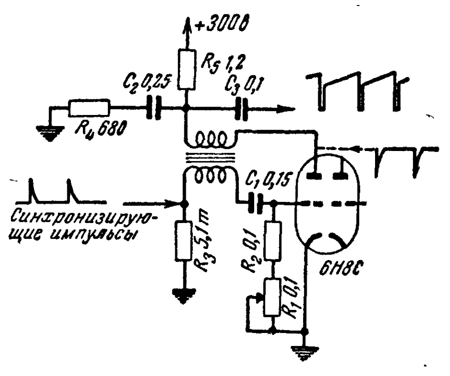
На фиг 26,*в* показана схема блокинг-генератора с синусоидальной стабилизацией, которая позволяет увеличить угол α. В этой схеме между анодной и сеточной цепями включен параллельный контур LC, настроенный на частоту, более низкую, чем собственная частота блокинг-генератора.

В момент отпирания лампы в контуре LC возбуждаются синусоидальные колебания, напряжение которых одновременно воздействует на сетку и анод лампы в одинаковой фазе. На фиг. 26,*б* изображены кривые напряжений на этих электродах при наличии дополнительного синусоидального напряжения, из которых видно, что угол α значительно увеличивается по сравнению с углом α (фиг. 26,*а*) в случае обычной схемы блокинг-генератора.

Фазовые соотношения кривых, изображенных на фиг. 26,*б*, в практической схеме достигаются путем соответствующей настройки контура LC, а оптимальная амплитуда синусоидального напряжения устанавливается посредством шунтирования этого контура. Чрезмерно большая амплитуда синусоидального напряжения может привести к преждевременному запуску блокинг-генератора (как показано пунктиром на фиг. 26,*б*).

Блокинг-генератор с разрядной цепью

Положительные импульсы, возникающие на сетке лампы блокинг-генератора, используются для отпирания лампы с разрядной цепью. В некоторых случаях разрядная лампа и лампа блокинг-генератора могут быть совмещены. Такая схема используется, например, в схеме вертикальной развертки телевизора КВН-49, она показана на фиг. 27.



Фиг. 27. Схема блокинг-генератора с разрядной цепью.

Переменное сопротивление R_1 служит для изменения частоты собственных колебаний генератора. Разрядная цепь, с помощью которой формируется необходимая форма напряжения, состоит из сопротивлений R_5, R_4 и конденсатора C_2.

В то время, когда лампа заперта, конденсатор C_2 заряжается от источника анодного напряжения, а в моменты ее отпирания он разряжается анодным током лампы. При этом на конденсаторе C_2 образуется пилообразное напряжение, а на сопротивлении R_4 — напряжение в виде отрицательных импульсов.

Блокинг-генератор легко синхронизируется как положительными, так и отрицательными синхронизирующими импульсами, причем положительные синхронизирующие импульсы подают на сетку, а отрицательные на анод лампы, так как эти импульсы трансформируются в цепь сетки с положительной полярностью.

Мультивибратор

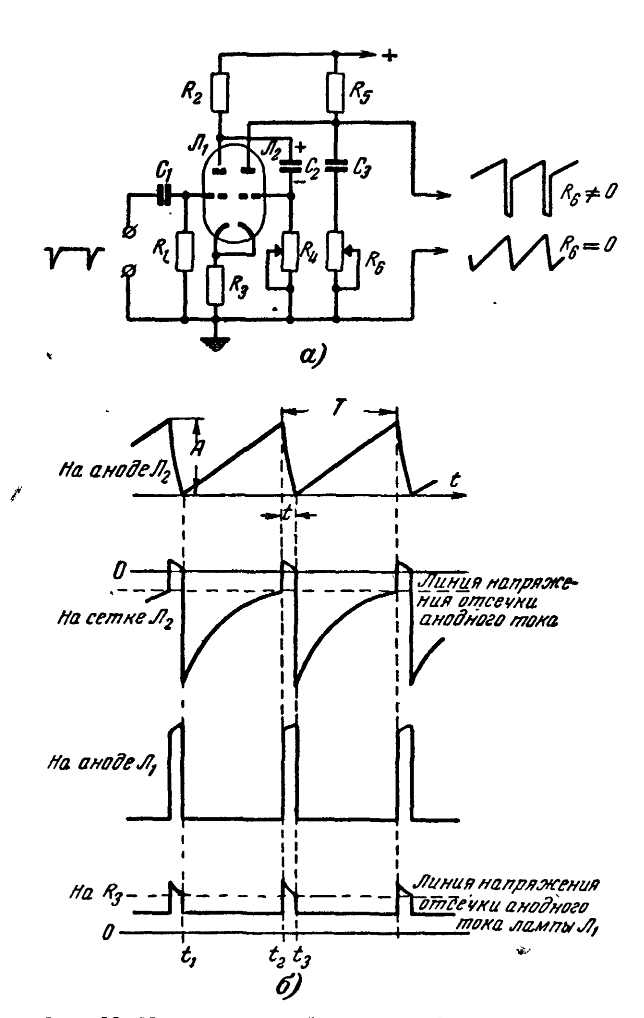
Мультивибраторы так же как и блокинг-генераторы, могут быть применены в схемах разверток телевизионных приемников для получения пилообразного или пилообразно-импульсного напряжения. Схема несимметричного мультивибратора с катодной связью и разрядной цепью приведена на фиг. 28,*а*. В этой схеме разрядная цепь состоит из $R_5C_8R_6$. Триод $Л_2$ одновременно с участием в работе мультивибратора является разрядной лампой и управляет работой разрядной цепи.

Рассмотрим работу этой схемы (при $R_6=0$). За исходное положение мультивибратора примем момент времени t_1 (фиг. 28,*б*). В этот момент конденсатор C_8 разряжен, напряжение на аноде лампы $Л_2$ мало, сетка ее находится под достаточно большим отрицательным потенциалом относительно катода, и лампа $Л_2$ оказывается запертой. Отрицательное напряжение на сетке этой лампы относительно ее катода создается за счет падения напряжения на катодном сопротивлении R_3 от прохождения через него анодного тока лампы $Л_1$ и за счет отрицательного напряжения на конденсаторе C_2, создаваемого протеканием сеточного тока лампы $Л_2$ при ее отпирании.

По мере заряда конденсатора C_3 повышается напряжение на аноде лампы $Л_2$ и вместе с тем по мере разряда конденсатора C_2 повышается напряжение на ее сетке. Вследствие этого в момент времени t_2 (фиг. 28,*б*) лампа $Л_2$ отпирается.

Отпирание лампы $Л_2$ и, следовательно, прохождение через нее и сопротивление R_3 тока вызывают уменьшение тока, протекающего через лампу $Л_1$. Возникающее в результате этого повышение напряжения на аноде лампы $Л_1$ через конденсатор C_2 передается на сетку лампы $Л_2$ и еще более увеличивает ее анодный ток. Вследствие этого происходит лавинообразный процесс нарастания анодного тока лампы $Л_2$ и уменьшения тока лампы $Л_1$ вплоть до ее полного запирания.

Следует заметить, что резкое повышение напряжения на аноде лампы $Л_1$ вызывает сеточные токи лампы $Л_2$ и подзаряжает конденсатор C_2 с полярностью, показанной на



Фиг. 28. Несимметричный мультивибратор с катодной связью.

а — схема; *б* — напряжения на электродах ламп.

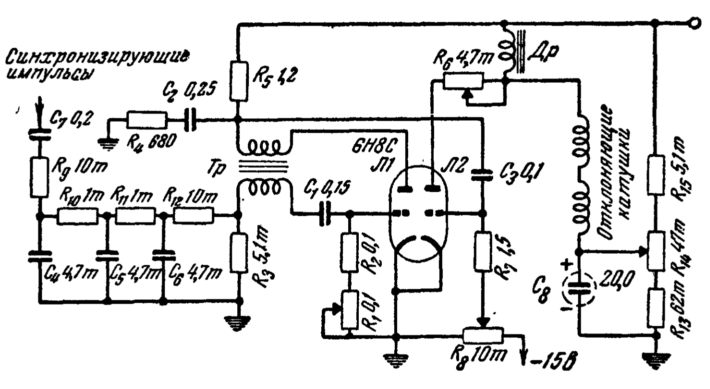
фиг. 28,*а*. Эти сеточные токи уменьшают внутреннее сопротивление лампы до незначительной величины, и конденсатор C_8 быстро разряжается через лампу $Л_2$. С разрядом конденсатора C_8 напряжение на аноде лампы $Л_2$ падает, а вместе с тем и уменьшается ее анодный ток. Это вызывает уменьшение падения напряжения на сопротивлении R_8 и, следовательно, отпирание лампы $Л_1$. Понижение напряжения на аноде лампы $Л_1$ вызывает дальнейшее понижение напряжения на сетке лампы $Л_2$ и ускоряет ее запирание. Все это приводит к лавинообразному процессу, идущему в обратную сторону, т. е. к запиранию лампы $Л_2$ и отпиранию лампы $Л_1$. После этого цикл повторяется.

Работа схемы (фиг. 28, *а*) рассматривалась при сопротивлении $R_6 = 0$. При введении сопротивления R_6 на выходе мультивибратора получается пилообразно-импульсное напряжение.

Мультивибратор легко синхронизируется как положительными, так и отрицательными синхронизирующими импульсами. Отрицательные импульсы подают на сетку лампы $Л_1$, а положительные можно подавать на анод лампы $Л_1$ или на сетку лампы $Л_2$. Амплитуда выходного напряжения регулируется подбором сопротивления R_5, а собственная частота мультивибратора — сопротивлением R_4.

Схемы вертикальной развертки для трубок с электромагнитным отклонением

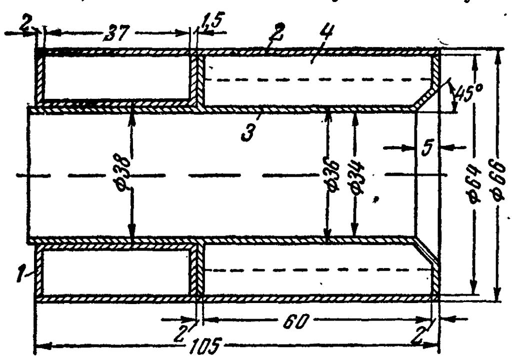
На фиг. 29 показана схема вертикальной развертки телевизора КВН-49, выполненная на лампе 6Н8С. Триод $Л_1$



Фиг. 29. Схема вертикальной развертки телевизора КВН-49.

действует как блокинг-генератор с разрядной цепью (см. фиг. 27), а триод $Л_2$ — как усилитель пилообразно-импульсного напряжения.

Пилообразно-импульсное напряжение через конденсатор C_8 поступает на сетку триода $Л_2$. В анодную цепь этого триода включены переменное сопротивление R_6 и дроссель *Др*. Усиленное пилообразно-импульсное напряжение с дросселя *Др* подается на отклоняющие катушки. Размер растра по вертикали регулируется сопротивлением R_6. При помощи сопротивления R_8 можно выбрать такую рабочую точку на характеристике лампы, где линейность будет наилучшей. В этом



Фиг. 30. Конструкция отклоняющей системы телевизора КВН-49.

1 — карболитовый каркас фокусирующей катушки; 2 — стальной кожух; 3 — карболитовая гильза; 4 — катушки вертикальной развертки.

случае происходит частичная компенсация напряжения экспоненциальной формы вогнутостью характеристики лампы. Потенциометр R_{14} служит для перемещения растра по вертикали. Сопротивлением R_1 регулируется частота генератора.

Трансформатор *Тр* собран на пластинах Ш-12 (толщина пакета 14 *мм*). Анодная обмотка содержит 600 витков провода ПЭ 0,08, а сеточная обмотка — 2 500 витков ПЭ 0,09. Дроссель *Др* имеет 10 000 витков провода ПЭЛ-1 0,08 и собран на пластинах Ш-16 с толщиной пакета 18 *мм*. Активное сопротивление обмотки 3÷3,5 *ком*.

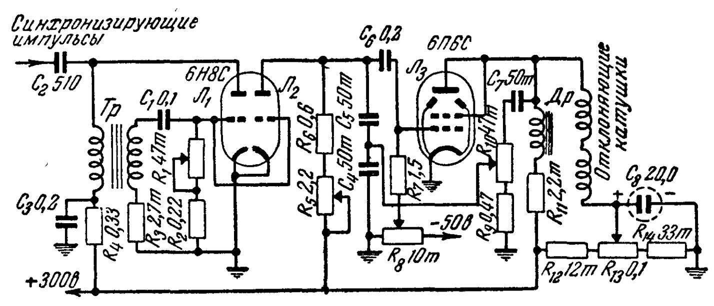
Отклоняющие катушки имеют по 6 100 витков провода ПЭЛ 0,08. Витки размещены в шести секциях (в первой и второй секциях по 700 витков, в третьей и четвертой секциях по 1 000 витков, в пятой секции 1 200 витков и в шестой секции 1 500 витков). Фокусирующая катушка состоит из 3 400 витков провода ПЭЛ-1 0,31.

Фокусирующая и отклоняющие катушки собраны на одной гильзе (фиг. 30) и закрыты стальным кожухом.

На фиг. 31 показана схема вертикальной развертки телевизора „Ленинград Т-2". Эта схема выполнена на двух лампах и обеспечивает хорошую линейность развертки по вертикали.

Блокинг-генератор построен на триоде $Л_1$. Триод $Л_2$ используется как разрядная лампа. Разрядная цепь состоит из сопротивлений R_5 и R_6 и конденсаторов C_4 и C_5.

С анода разрядной лампы пилообразное напряжение подводится к сетке $Л_3$ через конденсатор C_6. Усилитель имеет



Фиг. 31. Схема вертикальной развертки телевизора „Ленинград Т-2".

отрицательную обратную связь, благодаря чему значительно улучшается линейность развертки. Напряжение для отрицательной обратной связи снимается с потенциометра R_{10} и подается на управляющую сетку лампы $Л_3$ через конденсаторы C_5 и C_6.

Амплитуда пилообразного напряжения регулируется сопротивлением R_5, а линейность развертки — потенциометрами R_8 и R_{10}. При помощи потенциометра R_8 выбирают рабочую точку лампы таким образом, чтобы вогнутость характеристики лампы частично компенсировала экспоненциальную форму кривой напряжения, которое получается в результате заряда конденсаторов C_5 и C_4. Путем наивыгоднейшего подбора коэффициента обратной связи (изменением движка потенциометра R_{10}) можно улучшить линейность развертки. Перемещение растра по вертикали осуществляется изменением движка потенциометра R_{13}.

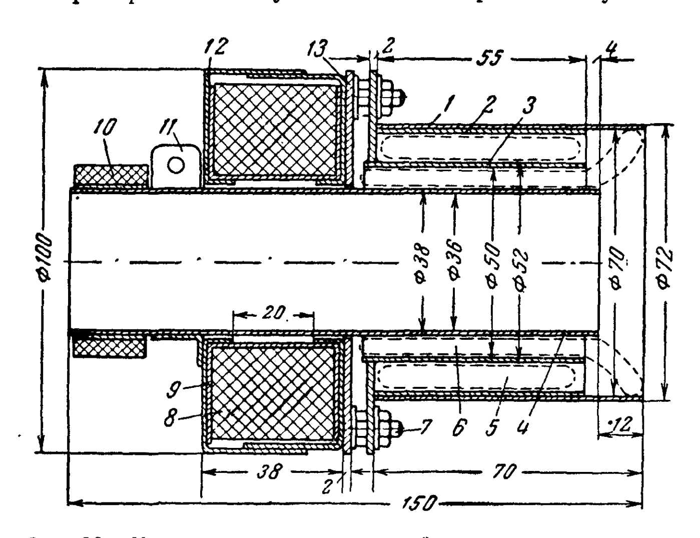
Трансформатор *Тр* и дроссель *Др* такие же, как и в схеме фиг. 29.

Катушки вертикального отклонения содержат по 6 100

витков провода ПЭЛ-1 0,08. Обмотка распределена в шести секциях (в первой и второй секциях по 700 витков, в третьей и четвертой секциях по 1 000 витков, в пятой секции 1 200 и в шестой секции 1 500 витков). Длина катушки 55 *мм*. Снаружи катушка обернута тонкой пермаллоевой лентой. Фокусирующая катушка состоит из 4 500 витков провода ПЭЛ-1 0,35. Она заключена в стальной кожух.

На фиг. 32 показаны размеры отклоняющей системы.

Схемы вертикальной развертки, в которых вместо блокинг-генератора используется несимметричный мультивибра-



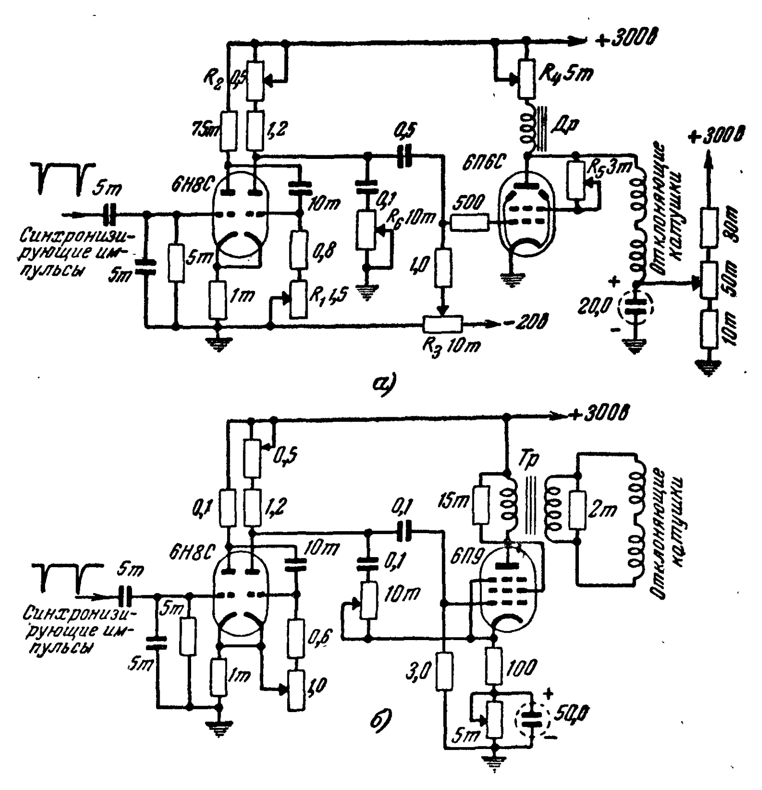
Фиг. 32. Конструкция отклоняющей системы телевизора „Ленинград Т-2".

1—наружный стакан из гетинакса; *2* — оберточная лента из пермаллоя; *3* — каркас (из гетинакса) отклоняющей катушки вертикальной развертки; *4*—каркас отклоняющих катушек горизонтальной развертки (на нем же насажена фокусирующая катушка и магнитное кольцо); *5* — отклоняющая катушка вертикальной развертки; *6*—отклоняющая катушка горизонтальной развертки; *7*—крепежный болт; *8* — фокусирующая катушка; *9*— внутренний каркас фокусирующей катушки; *10*—магнитное кольцо в эбонитовом кожухе; *11* — муфта крепления фокусирующей катушки к каркасу *4*; *12* —наружный каркас (из мягкой стали) фокусирующей катушки; *13*—направляющий диск из гетинакса.

тор с катодной связью, приведены на фиг. 33. Мультивибратор построен на лампе 6Н8С. В выходном усилителе фиг. 33,*а* используется лампа 6П6С, включенная по схеме триода. При триодном включении лампа 6П6С имеет малое внутреннее сопротивление и хорошо подавляет свободные колебания, возникающие в отклоняющих катушках. В каче-

стве анодной нагрузки выходной лампы служат дроссель *Др* и переменное сопротивление R_4 (проволочное). Линейность регулируется сопротивлениями R_3, R_4, R_5 и R_6. При тщательной регулировке этих сопротивлений можно получить хорошую линейность развертки.

Дроссель *Др* идентичен с дросселем *Др* в схеме фиг. 29.



Фиг. 33. Схемы вертикальной развертки с несимметричным мультивибратором.

а — с высокоомными отклоняющими катушками; *б* — с низкоомными отклоняющими катушками.

Отклоняющие катушки могут быть использованы от телевизора КВН-49 или от Т-2.

На фиг. 33, *б* показана схема вертикальной развертки с низкоомными отклоняющими катушками. Пилообразно-импульсное напряжение усиливается лампой 6П9, в анодную

цепь которой включен выходной трансформатор *Тр*. Отклоняющие катушки присоединены ко вторичной обмотке выходного трансформатора. Потенциометр вертикального перемещения растра в этой схеме отсутствует, так как постоянная составляющая анодного тока не проходит через отклоняющие катушки.

Трансформатор *Тр* собран на пластинах Ш-19 (толщина пакета 30 *мм*) с воздушным зазором 0,3 *мм*. Анодная обмотка намотана из провода ПЭШО 0,1 и имеет 3 800 витков. Вторичная обмотка состоит из 250 витков провода ПЭ 0,4.

Отклоняющие катушки вертикальной развертки имеют 120 витков (размещены в шести секциях по 20 витков в каждой) и намотаны проводом ПЭШО 0,25. Катушки соединены последовательно. Длина каждой катушки 72 *мм*, ширина по диаметру горловины и толщина 4 *мм*. Намотка их производится в плоском шаблоне или непосредственно на каркасе.

Схемы горизонтальной развертки для трубок с электромагнитным отклонением

Принципиальная схема блокинг-генератора или мультивибратора, применяемая для горизонтальной развертки, отличается от схемы вертикальной развертки лишь величинами элементов, входящих в эту схему. Что же касается выходного каскада, то принципиальная схема и конструктивное выполнение его элементов в значительной мере отличаются от выходных каскадов вертикальной развертки.

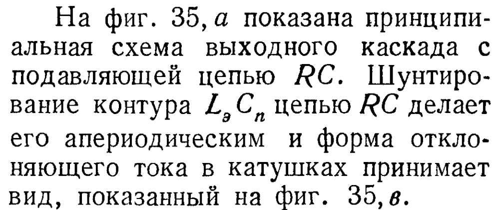
Это обстоятельство обусловлено тем, что полный период горизонтальной развертки составляет лишь 64 *мксек*. За это время происходит прямой и обратный ход луча. Прямой ход продолжается около 53 *мксек*, а остальные 11 *мксек* занимает гасящий интервал. За время 11 *мксек* луч должен возвратиться к левому краю экрана, начать следующий прямой ход и выйти на его линейный участок. Таким образом, из этого времени на обратный ход луча остается около 7 *мксек*, тогда как время гасящего интервала вертикальной развертки составляет 1 600 *мксек*, а время обратного хода луча может достигать 500—600 *мксек*.

При столь малом времени обратного хода луча горизонтальной развертки в ее выходном каскаде существенную роль играют паразитные емкости, которые состоят из междуэлектродных емкостей выходной лампы, междувитковых

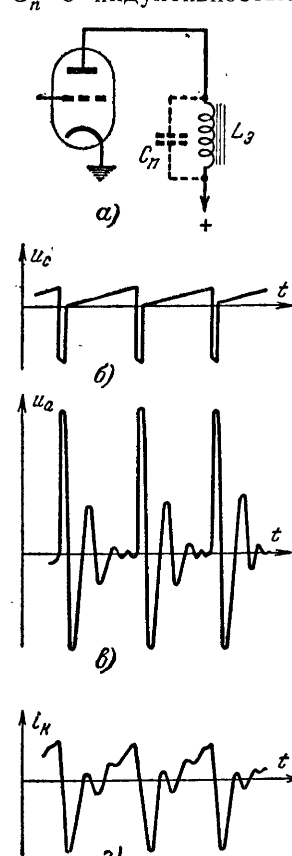
емкостей выходного трансформатора с отклоняющими катушками и емкостей монтажа схемы. Эта паразитная емкость $C_п$ с индуктивностью $L_э$ образуют колебательный контур, как показано на фиг. 34, *а*.

При подаче пилообразно-импульсного напряжения на сетку выходной лампы в начальный момент обратного хода напряжение на ней резко уменьшается вплоть до полного прекращения анодного тока. При этом внутреннее сопротивление лампы становится очень большим и в контуре $L_э C_п$ возникают собственные затухающие колебания. В результате этого на пилообразный ток отклоняющих катушек накладывается колебательный ток контура $L_э C_п$ (фиг. 34, *г*) совершенно недопустимым образом искажающий развертку.

Рассмотрим различные способы подавления свободных колебаний в анодной цепи выходного каскада горизонтальной развертки.



На фиг. 35, *а* показана принципиальная схема выходного каскада с подавляющей цепью *RC*. Шунтирование контура $L_э C_п$ цепью *RC* делает его апериодическим и форма отклоняющего тока в катушках принимает вид, показанный на фиг. 35, *в*.



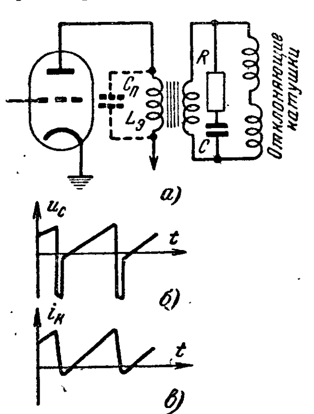
Фиг. 34. Пояснение к работе выходного каскада горизонтальной развертки.

а — эквивалентная схема выходного каскада; *б* — кривая напряжения на сетке выходной лампы; *в* — кривая напряжения на аноде выходной лампы; *г* — кривая тока в отклоняющих катушках.

Основным недостатком выходного каскада с подавляющим сопротивлением является непроизводительный расход энергии, так как энергия магнитного поля, запасенная в выходном трансформаторе за время прямого хода развертки, полностью рассеивается подавительным сопротивлением *R* за время обратного хода. Кроме того, хотя шунтирование выходной обмотки трансформатора цепью *RC* и является наиболее простым способом подавления свободных колебаний,

однако линейность развертки при этом получается недостаточной.

На фиг. 36, *а* показана наиболее распространенная схема выходного каскада горизонтальной развертки с диодным подавителем. В этой схеме лампа $Л_1$ управляет энергией, поступающей от источника питания через трансформатор в отклоняющие катушки. Лампа $Л_2$ служит для подавления свободных колебаний в контуре $L_э C_п$ и для регулирования процесса рассеяния энергии поля выходного трансформатора, выделяющейся на сопротивлении R_2. Конденсатор C_2 шунтирует сопротивление R_2 и тем самым позволяет получить постоянное смещение U_2 в цепи диода, необходимое для регулировки времени подавления. Вторичная обмотка трансформатора включена так, чтобы положительный импульс, возникающий на аноде лампы $Л_1$ в момент обратного хода луча запирал диод $Л_2$ (в момент обратного хода луча на аноде диода получается отрицательный импульс).



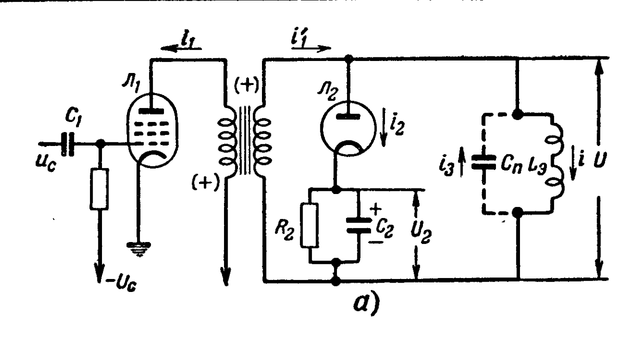
Фиг. 35. Выходной каскад с подавляющей цепью.

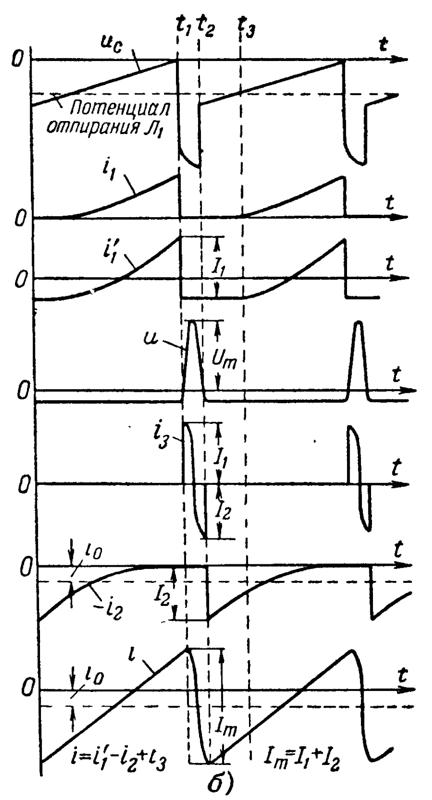
а—схема; *б* — кривая напряжения на сетке выходной лампы; *в* — кривая тока в отклоняющих катушках.

Рассмотрение работы схемы начнем с момента t_1 (фиг. 36, *б*), когда анодный ток i_1 лампы $Л_1$, достигнув максимального значения, резко прекращается вследствие запирания $Л_1$ отрицательным импульсом управляющего напряжения u_c. За счет энергии, накопляемой в эквивалентной индуктивности $L_э$, в контуре $L_э C_п$ возникают собственные колебания.

В течение первого полупериода собственных колебаний контура $L_э C_э$ напряжение на аноде лампы $Л_1$ резко возрастает до U_m. Диод-подавитель при этом запирается отрицательным импульсом, трансформированным из анодной цепи.

По истечении полупериода собственных колебаний в контуре $L_э C_п$ колебательный ток $i_з$ (протекающий через паразитную емкость $C_п$), достигает максимальной отрицательной величины I_2, после чего начинает уменьшаться. Это вызывает перемену знака напряжения на выходном трансформаторе (или на контуре $L_э C_п$), в результате чего лампа $Л_1$ еще





Фиг. 36. Выходной каскад с диодным подавителем.
а — схема; *б* — графическая иллюстрация работы.

более запирается, а диод $Л_2$ отпирается. Таким образом, начиная с момента t_2, ток отклоняющих катушек через диод замыкается на конденсатор C_2, заряженный до напряжения U_2. При относительно малом сопротивлении отпертого диода и большой величине емкости C_2 дальнейшая скорость спадания тока i_2, протекающего через отклоняющие катушки, должна быть постоянной, так как на них поддерживается постоянное напряжение U_2.

По мере спадания тока через диод его внутреннее сопротивление будет увеличиваться и ток i_2 будет медленно приближаться к нулевому значению.

В момент t_3 отпирается лампа $Л_1$. Тогда через отклоняющие катушки потечет ток i_1', трансформированный из анодной цепи этой лампы.

Вследствие нелинейности характеристики лампы $Л_1$ вблизи отсечки анодного тока линейное нарастание управляющего напряжения u_c вызывает нелинейное нарастание тока i_1, а следовательно, и тока i_1'.

Это приводит к тому, что при наложении друг на друга токов $(i_1' - i_2 + i_3 = i)$ суммарный ток i оказывается близким к линейному.

Наличие тока через диод приводит к появлению постоянной составляющей тока i_0 в отклоняющих катушках, которая компенсируется в реальных схемах некоторым смещающим напряжением, вводимым в цепь отклоняющих катушек.

В некоторых случаях, когда необходимо получить хорошую линейность развертки (например, в проекционных телевизорах с большим экраном) вместо диодного подавителя применяют триод. В этом случае путем внешнего управления током триода спадание тока в подавителе может быть сделано близким к линейному. Благодаря этому улучшается линейность развертки, а также повышается эффективность действия схемы.

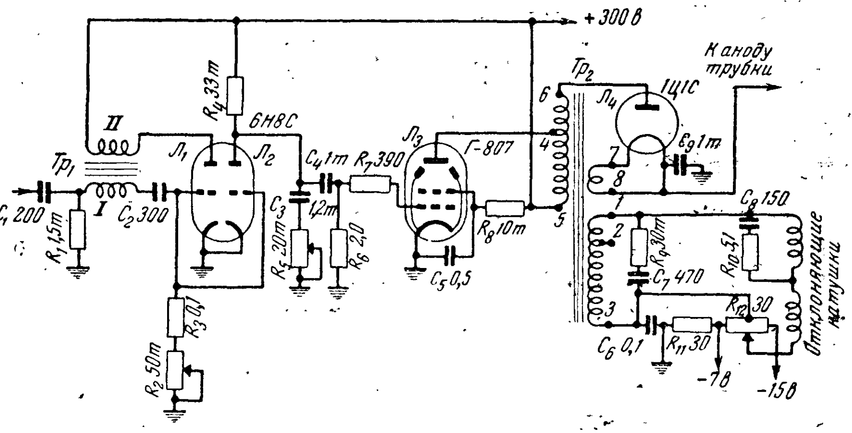
В практических схемах диод-подавитель может быть включен в анодную обмотку выходного трансформатора. При этом нить накала диода требует специальной накальной обмотки с высоковольтной изоляцией. Иногда диоды включаются в дополнительную обмотку выходного трансформатора.

На фиг. 37 приведена схема горизонтальной развертки телевизора КВН-49. Блокинг-генератор собран на левой по-

ловине $Л_1$ лампы 6Н8С, а правая половина ее $Л_2$ используется как разрядная лампа.

Частота блокинг-генератора регулируется сопротивлением R_2. Величина пилообразной составляющей пилообразно-импульсного напряжения определяется постоянной времени $R_4 R_5 C_3$ и, как правило, в процессе налаживания схемы для получения лучшей линейности величину сопротивления R_4 следует тщательно подбирать.

Выходной каскад собран на лампе $Л_3$. В качестве ее анодной нагрузки служит выходной трансформатор $Тр_2$. Вторичная обмотка (*1-3*) шунтируется последовательной



Фиг. 37. Схема горизонтальной развертки телевизора КВН-49.

цепью из R_9 и C_7, которая служит для подавления свободных колебаний в выходном трансформаторе. Сопротивление R_{12} служит для перемещения растра по горизонтали.

Высокое напряжение на аноде трубки (около 6 000 *в*) получают путем выпрямления кенотроном $Л_4$ кратковременных положительных импульсов, возникающих в анодной цепи лампы $Л_3$ во время обратного хода луча.

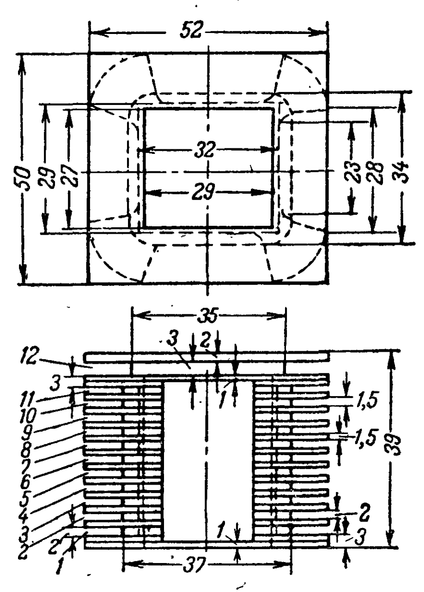
Трансформатор $Тр_1$ блокинг-генератора собран на пластинах Ш-12 (толщина пакета 14 *мм*). Обмотка *I* содержит 100 витков, а обмотка *II* — 210 витков провода ПЭЛ-1 0,2.

Выходной трансформатор $Тр_2$ собран на пластинах Ш-26 (толщина пакета 28 *мм*, толщина пластины 0,25 *мм*). Обмотки размещаются на специальном каркасе, конструкция и размеры которого показаны на фиг. 38. Каркас изготовлен из полистирола.

Выходная обмотка (выводы *1-3*) трансформатора $Тр_2$ намотана из провода ПЭЛШО 0,18 и имеет 280 витков. Вся обмотка разбита на четыре секции (первая секция — 80 витков, вторая секция — 90 витков, третья секция—50 витков и четвертая секция — 60 витков).

Анодная обмотка (выводы *5-4*) намотана из провода ПЭШЛО 0,18 и имеет 410 витков, которые располагаются в четырех секциях (пятая секция — 130 витков, шестая секция— 125 витков, седьмая секция — 115 витков и восьмая секция — 40 витков).

Продолжением анодной обмотки является повышающая обмотка (выводы *4-6*). Она намотана из провода ПЭШЛО 0,12 и имеет 350 витков, расположенных также в четырех секциях (девятая секция—70 витков, десятая секция — 110 витков, одиннадцатая секция — 100 витков и двенадцатая секция — 70 витков).



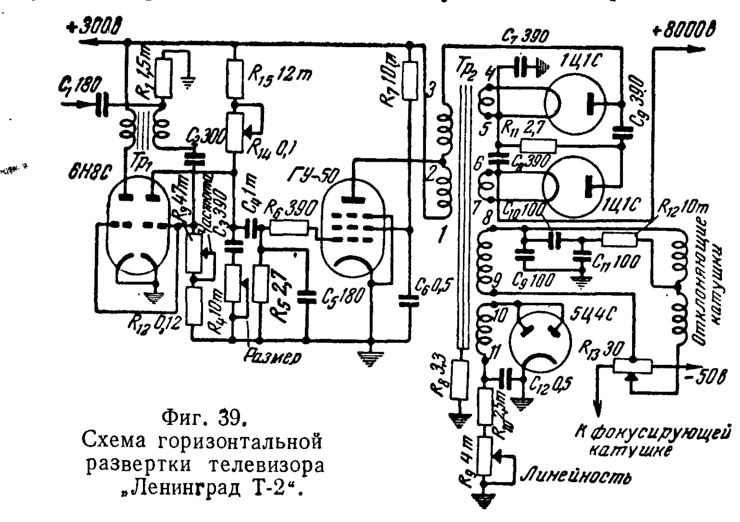
Фиг. 38. Конструкция каркаса выходного трансформатора в телевизоре КВН-49.

Обмотка накала кенотрона (выводы *7-8*) имеет один виток из провода ПЭШОК 0,2, который уложен в отдельной канавке каркаса трансформатора.

Отклоняющие катушки горизонтальной развертки намотаны из провода ПЭЛШО 0,2 и имеют по 500 витков каждая. Обмотка размещена в четырех секциях, по 125 витков в каждой секции. Они размещаются на каркасе, конструкция и размеры которого были приведены на фиг. 30. Между катушками горизонтальной и вертикальной развертки прокладывается экранирующая обмотка.

На фиг. 39 показана схема горизонтальной развертки телевизора „Ленинград Т-2." Блокинг-генератор и разрядная лампа собраны по обычной схеме на двойном триоде 6Н8С, а выходной каскад — на пентоде ГУ-50.

Сопротивление R_6 и конденсатор C_5 включены в цепь сетки лампы ГУ-50 для предотвращения паразитных колебаний высокой частоты. Анодной нагрузкой лампы ГУ-50 является выходной трансформатор $Тр_2$. В качестве подавляющего элемента служит кенотрон 5Ц4С, который включен в отдельную обмотку выходного трансформатора. Высокое напряжение для питания анода трубки (около 8 000 *в*) получается путем выпрямления кратковременных положительных импульсов. Высоковольтный выпрямитель собран на двух кенотронах 1Ц1С по схеме удвоения напряжения.



Фиг. 39.
Схема горизонтальной развертки телевизора „Ленинград Т-2".

Сопротивление R_8 служит для стекания электростатических зарядов с пластин трансформатора, так как последние изолированы от шасси.

Трансформатор блокинг-генератора $Тр_1$ идентичен с трансформатором $Тр_1$ на фиг. 37.

Выходной трансформатор $Тр_2$ собран на пластинах Ш-26 (толщина пакета 28 *мм*, толщина пластины 0,25 *мм*) имеет шесть обмоток, расположенных в 12 секциях.

Обмотка подавителя (выводы *10-11*) имеет 410 витков, намотанных из провода — ПЭЛШО 0,12, которые занимают пять секций (первая секция — 80 витков, вторая секция — 105 витков, третья секция — 50 витков, четвертая секция — 90 витков и пятая секция — 85 витков).

Анодная обмотка (выводы *1-2*) имеет 340 витков, намотанных проводом ПЭЛШО 0,18, которые занимают четыре секции (шестая секция — 115 витков, седьмая секция — 120 вит-

ков, восьмая секция — 80 витков и девятая секция — 25 витков).

Повышающая обмотка (выводы *2-3*) является продолжением анодной обмотки и имеет 350 витков, намотанных из провода ПЭЛШО 0,12. Эта обмотка располагается в трех секциях (девятая секция — 100 витков, десятая секция — 150 витков и одиннадцатая секция — 100 витков).

Выходная обмотка (выводы *8-9*) намотана проводом ПЭЛШО 0,18 рядом с обмоткой подавителя (намотка производится одновременно двумя проводами) и имеет одинаковое с ней число витков в каждой секции.

Обмотки накала кенотронов 1Ц1С по $^1/_4$ витка провода ПЭШОК 0,25 каждая, располагаются в двенадцатой секции.

Конструкция и размеры каркаса $Тр_2$ идентичны с каркасом от выходного трансформатора телевизора КВН-49 (см. фиг. 38).

Отклоняющие катушки имеют по 500 витков и намотаны из провода ПЭЛШО 0,23. Обмотка располагается в пяти секциях (первая секция — 50 витков, вторая секция — 75 витков, третья секция — 100 витков, четвертая секция — 125 витков и пятая секция — 150 витков). Размеры каркаса отклоняющей катушки показаны на фиг. 32.

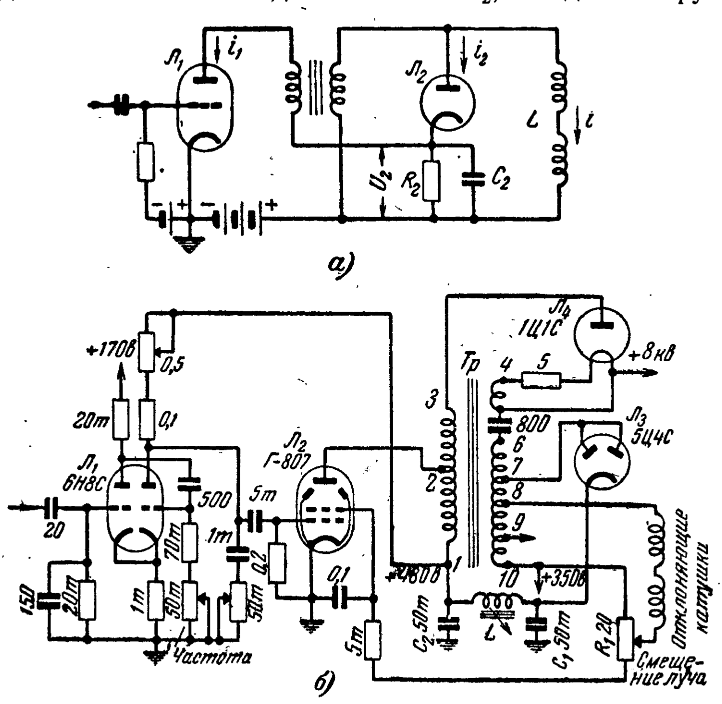
С переходом на трубки с большими углами отклонения и повышенным напряжением на их ускоряющих электродах потребовалось увеличение мощности выходного каскада горизонтальной развертки. Это обстоятельство привело к появлению новых, более экономичных схем. Такие схемы обычно называют схемами с обратной связью по питанию.

На фиг. 40,*а* показана принципиальная схема выходного каскада с обратной связью по питанию. Она отличается от обычной схемы с диодом-подавителем тем, что источник анодного питания включен последовательно с цепью R_2C_2, на которой в результате подавления свободных колебаний образуется напряжение U_2. В то время как в прежних схемах большая часть этой добавочной энергии рассеивается на сопротивлении R_2, в этой схеме напряжение питания выходной лампы увеличивается на величину U_2 и при той же затрате энергии питания размах пилообразного тока может быть заметно увеличен.

В случае равенства средних значений токов, протекающих через диод $Л_2$ и выходную лампу $Л_1$, сопротивление R_2 может отсутствовать.

На фиг. 40,*б* приведена практическая схема горизонтальной развертки, в выходном каскаде которой используется обратная связь по питанию.

Напряжение пилообразно-импульсной формы с выхода несимметричного мультивибратора с катодной связью подводится к сетке выходной лампы $Л_2$, анодной нагрузкой



Фиг. 40. Выходной каскад горизонтальной развертки с обратной связью по питанию.

а — принципиальная схема; *б* — практическая схема.

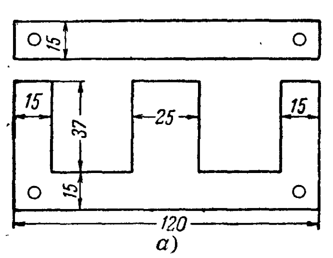
которой служит выходной трансформатор *Тр*. Анодное напряжение на лампу $Л_2$ подается от источника питания через вторичную обмотку трансформатора, лампу $Л_3$ и катушку L к анодной обмотке трансформатора. Таким образом, напряжение, полученное от подавления свободных колебаний, складывается с напряжением анодного источника питания. Добавочное пульсирующее напряжение фильтруется настроенным П-образным фильтром, состоящим из C_1L и C_2.

Путем перемещения сердечника катушки L можно изменять величину и форму пульсирующего напряжения на вы-

ходе фильтра и тем самым заметным образом улучшить линейность изображения по горизонтали.

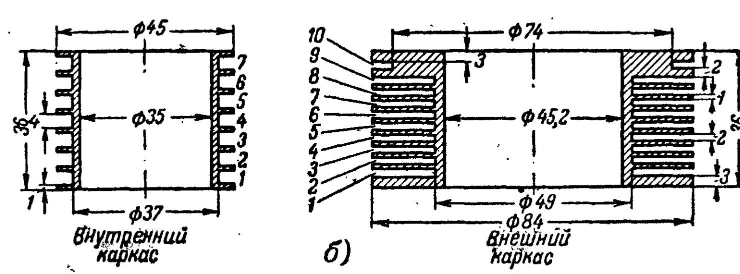
Для данной схемы при напряжении источника анодного питания в 350 *в* на аноде выходной лампы получается напряжение в 480 *в* — и при одном кенотроне 1Ц1С в высоковольтном выпрямителе, на выходе его получается напряжение более 8 000 *в*.

Выходной трансформатор горизонтальной развертки собран на пластинах, размеры которых показаны на фиг. 41,*а*. Толщина пакета 23 *мм* при толщине пластины не более 0,3 *мм*.



Обмотки трансформатора наматываются на специальных каркасах, изготовленных из органического стекла. На фиг. 41,*б* показаны размеры этих каркасов.

На внутреннем каркасе размещена вторичная обмотка *6-10*. 15 витков (выводы *10-9*) и 95 витков



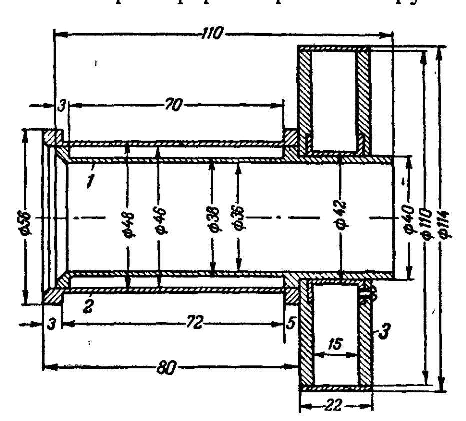
Фиг. 41. Детали выходного трансформатора.
а — размеры пластины сердечника; *б* — каркасы обмоток.

(выводы *9-8*) из провода ПЭШО 0,25 помещены в первой и второй секциях. Следующие 150 витков (выводы *8-7*) намотаны литцендратом 7 × 0,07 и помещены в третьей и четвертой секциях (по 75 витков в каждой секции). Последние 180 витков (выводы *7-6*) намотанные литцендратом 7 × 0,07, помещены в остальных пятой, шестой и седьмой секциях по 60 витков в каждой секции.

Анодная обмотка *1-2*, повышающая обмотка *2-3* и обмотка накала кенотрона *4-5* размещены на внешнем каркасе. Обмотка *1-2* (намотана литцендратом 7 × 0,07) состоит из 490 витков и помещена в первых шести секциях каркаса (в первой секции — 100 витков, во второй, третьей и чет-

вертой секциях по 80 витков в пятой и шестой секциях по 75 витков). Обмотка *2-3* состоит из 300 витков (провод ПЭШО 0,1) помещена в седьмой, восьмой и девятой, по 100 витков в каждой. Обмотка *4-5* помещена в десятой секции. Она имеет один виток из провода ПЭ 0,5. Концы ее выводятся в торец каркаса.

При сборке трансформатора внутренний каркас вкладывается во внешний и пластины собираются внахлестку. Пластины трансформатора изолируются от шасси телевизора.



Фиг. 42. Конструкция отклоняющей системы.

1 — каркас отклоняющих катушек горизонтальной развертки; *2* — каркас отклоняющих катушек вертикальной развертки; *3* — каркас фокусирующей катушки.

Катушка L_1 с намоткой типа „Универсаль" содержит 475 витков провода ПЭШО 0,2. Внутренний диаметр ее 12 *мм* и ширина — 10 *мм*. Индуктивность катушки без сердечника равна 3,5 *мгн*. Эта катушка насаживается на эбонитовый каркас, внутри которого может перемещаться магнетитовый сердечник диаметром 9 *мм* и длиной 18 *мм*.

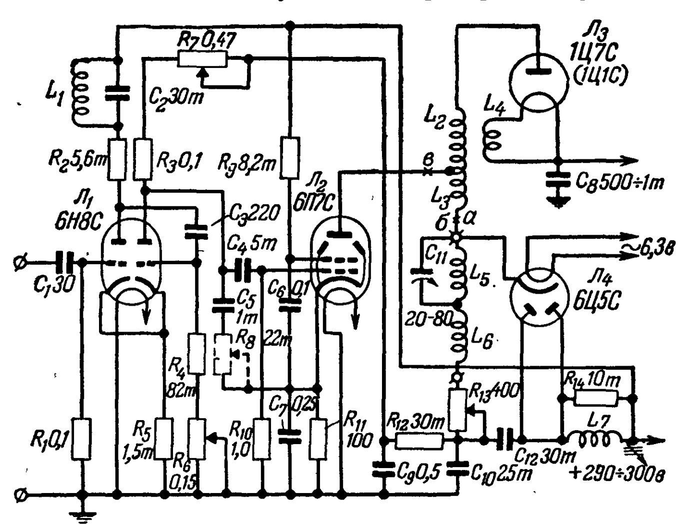
Горизонтальные отклоняющие катушки имеют по 125 витков и намотаны проводом ПЭШО 0,25 в пяти секциях по 25 витков в каждой секции. Длина катушки 70 *мм*, ширина — по диаметру горловины трубки и толщина 4 *мм*. Размеры каркаса показаны на фиг. 42. После сборки отклоняющих катушек они покрываются несколькими слоями листового пермаллоя или полосой трансформаторной стали.

На конце каркаса горизонтальной отклоняющей катушки насажен каркас фокусирующей катушки. Щечки каркаса и его внешний ободок изготовлены из мягкой стали. Внутреннее кольцо изготовлено из дюралюминия. К этому кольцу привинчены щечки. Катушка намотана проводом ПЭ 0,15 и имеет 15 000 витков.

На фиг. 43 показана схема горизонтальной развертки с обратной связью по питанию, в выходном каскаде которой отсутствует трансформатор с сердечником из трансформаторной стали. Благодаря отсутствию потери энергии в сер-

дечнике трансформатора здесь достигается необходимая величина амплитуды пилообразного тока в отклоняющих катушках при напряжении источника анодного питания в 290—320 *в*.

В качестве задающего генератора в этой схеме, как и в предыдущей, используется несимметричный мультивибратор с катодной связью. Частота мультивибратора регулируется сопротивлением R_6, а размер растра по горизонтали—



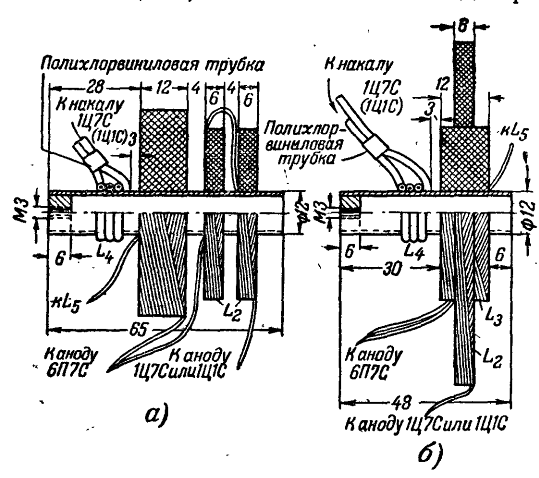
Фиг. 43. Схема горизонтальной развертки без выходного трансформатора.

сопротивлением R_7. Сопротивление R_8, регулирующее амплитуду импульсного напряжения, в некоторых случаях при действии схемы может быть равно нулю и поэтому на схеме показано пунктиром.

В выходном каскаде используется лампа 6П7С (специальная лампа для работы в развертках). Хорошо работают в этой схеме также лампы ГУ-50, Г-807 и Г-1625. Анодной нагрузкой выходной лампы служат отклоняющие катушки L_5 и L_6 и катушка L_3. Соотношение между витками анодной катушки L_3 и повышающей L_2 примерно равно 1:4. Благодаря этому на выходе высоковольтного выпрямителя получается напряжение около 12 000 *в*. Питание нити накала кенотрона 1Ц7С осуществляется от катушки L_4, индуктивно связанной с катушками L_2 и L_3.

Размер растра по горизонтали можно регулировать также сопротивлением R_{13}. Это сопротивление изменяет добротность цепи отклоняющих катушек. С помощью полупеременного конденсатора C_{11} достигается устранение волнистости строк.

В качестве диода-подавителя работает кенотрон 6Ц5С. Нить накала этой лампы требует отдельной обмотки с высоковольтной изоляцией, так как на ее катоде развиваются



Фиг. 44. Конструкции каркаса с катушками.
а — первый вариант; *б* — второй вариант.

высоковольтные импульсы, амплитуда которых достигает 3—4 *кв*.

Как и в предыдущей схеме, напряжение источника анодного питания и напряжение, полученное от подавления свободных колебаний, складываются и на конденсаторе C_{10} получается напряжение около 600—700 *в*, которое подается на анод выходной лампы и на зарядную цепь мультивибратора. Подача столь высокого напряжения на зарядную цепь мультивибратора улучшает линейность пилообразно-импульсного напряжения. Регулировка линейности, помимо обычных регулировок, осуществляется также изменением индуктивности катушки L_7.

Катушка L_1 с шириной намотки 8 *мм* и диаметром каркаса 12 *мм* имеет 500 витков провода ПЭШО 0,18 ÷ 0,23. В каркас катушки вводится сердечник с тем, чтобы контур L_1C_2 можно было настроить на частоту развертки (15 625 *гц*),

Конструкции (два варианта) каркаса с катушками L_2, L_3 и L_4 показаны на фиг. 44. Катушка $Л_2$ состоит из двух секций по 1 500 ÷ 1 600 витков в каждой секции. Она может быть намотана проводом ПЭШО 0,06 ÷ 0,07. Катушка L_3 из 700 ÷ 800 витков может быть намотана проводом ПЭШО 0,18 ÷ 0,23. Катушка L_4 в 3 витка наматывается проводом ПЭ 0,3 ÷ 0,5, помещенном в полихлорвиниловую трубку. Для увеличения связи между катушками в каркас вводится магнетитовый сердечник диаметром 8 *мм* и длиной 30 *мм*.

Катушка L_7 подобна катушке L_1.

Все указанные катушки наматываются по типу „Универсаль" или навалом в шаблонах. Для повышения электрической прочности их нужно пропитать полистиролом, парафином или церезином.

Отклоняющие катушки содержат по 500 витков провода ПЭШО 0,23. В схеме могут быть использованы отклоняющие системы телевизоров КВН-49 и „Ленинград Т-2".

Схемы вертикальной развертки для трубок с электростатическим отклонением

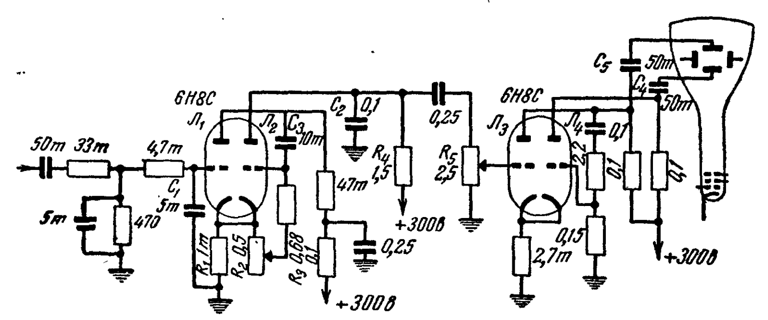
На фиг. 45 приведена схема вертикальной развертки для трубки с электростатическим отклонением. В качестве задающего генератора используется несимметричный мультивибратор с катодной связью. Разрядная цепь состоит из сопротивления R_4 и конденсатора C_2. Частота генератора регулируется сопротивлением R_2.

Изменение размера по вертикали осуществляется потенциометром R_5. Напряжение пилообразой формы, снимаемое с движка этого потенциометра, усиливается выходным двухтактным усилителем и затем подается на вертикальные отклоняющие пластины трубки. В этой схеме сетка триода $Л_3$ двухтактного усилителя соединена с генератором развертки, а на сетку триода $Л_4$ пилообразное напряжение противоположной полярности поступает с анодной нагрузки триода $Л_3$. Усиленное пилообразное напряжение с анодов $Л_3$ и $Л_4$ подается на отклоняющие пластины электростатической трубки.

Конденсаторы связи C_4 и C_5 должны обладать высоким пробивным напряжением, так как отклоняющие пластины трубки находятся под высоким положительным потенциалом.

Вертикальное и горизонтальное смещение луча (центровка) в электростатической трубке выполняется, как показано на

фиг. 46. Напряжение на вертикальную B_1 и горизонтальную $Г_1$ отклоняющие пластины подается со средней точки делителя напряжения R_1R_2. Параллельно с этими сопротивлениями включены потенциометры R_3 и R_4, движки которых присоединяются соответственно к вертикальной B_2 и горизонтальной $Г_2$ отклоняющим пластинам. Когда движки потенциометров R_3 и R_4 находятся в среднем положении, то разность потенциалов между пластинами горизонтального или вертикального отклонения равна нулю и луч находится в центре экрана трубки. Любое перемещение движков потенциометров будет создавать разность потенциалов между



Фиг. 45. Схема генератора вертикальной развертки для трубки с электростатическим отклонением.

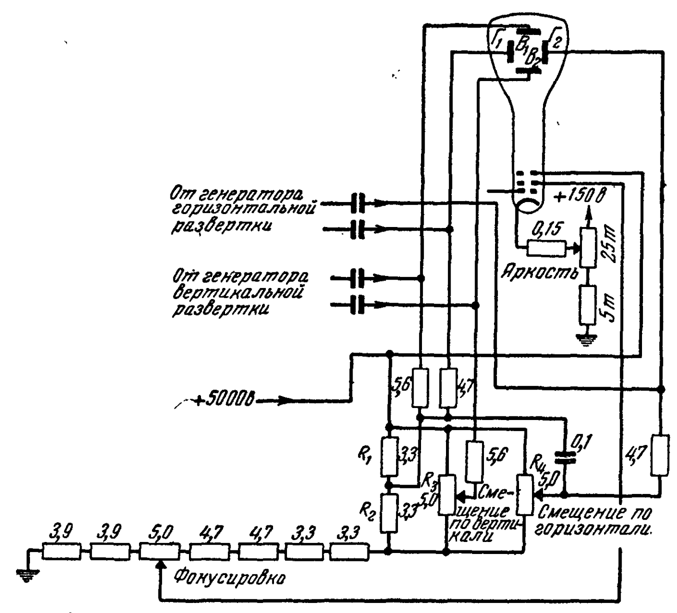
пластинами, в результате чего луч будет отклоняться в сторону более положительной пластины. Отклоняющие напряжения от генераторов развертки подаются раздельно на соответствующие пластины через конденсаторы.

Рассмотрим схему вертикальной развертки, изображенную на фиг. 47. Лампы в этой схеме питаются напряжением, которое снимается с высоковольтного делителя, установленного в цепи питания анода трубки. Триод $Л_2$ одновременно используется в схеме мультивибратора и в схеме двухтактного выходного усилителя.

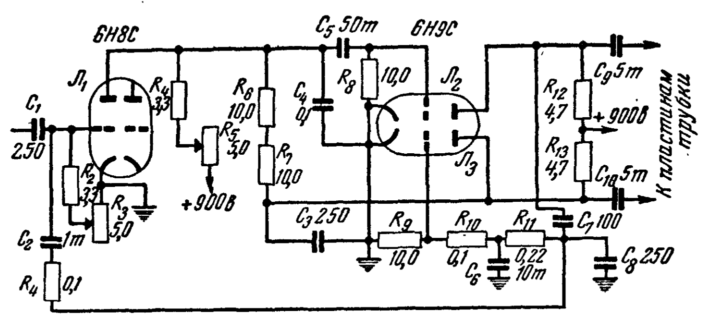
Предположим, что лампа $Л_1$ заперта и конденсатор C_4 постепенно заряжается от источника анодного напряжения через сопротивление R_5 и R_4. С приходом положительного синхронизирующего импульса на сетку лампы $Л_1$, она отпирается и конденсатор C_4 быстро разряжается. При этом напряжение на нем резко падает.

Возникающее таким образом на конденсаторе C_4 пилообразное напряжение поступает на сетку лампы $Л_2$, и усили-

вается ею. Усиленное пилообразное напряжение воздействует на цепь, состоящую из конденсатора C_7 и сопротивления R_{11}, которую можно рассматривать как дифференцирующую.



Фиг. 46. Схема питания электродов в электростатической трубке.



Фиг. 47. Схема вертикальной развертки с питанием ламп от высоковольтного делителя напряжения.

Фронт пилообразной кривой, соответствующей обратному ходу луча, дифференцируется этой цепочкой и полученный остроконечный положительный импульс, проходя через фильтр, состоящий из конденсатора C_8 и сопротивления R_4, посту-

дает на сетку лампы $Л_1$ через конденсатор C_2. При этом лампа $Л_1$ отпирается, конденсатор C_4 разряжается и цикл повторяется.

Заметим, что для простоты мы рассматриваем работу схемы после воздействия на нее синхронизирующего импульса. В случае отсутствия таких импульсов в схеме будут происходить колебания, как и во всяком мультивибраторе.

С сопротивления R_9 пилообразное напряжение поступает на сетку лампы $Л_3$. Таким образом, на выходе схемы получается симметричное пилообразное напряжение.

Поскольку конденсаторы C_9 и C_{10} должны обладать высоким пробивным напряжением, желательно использовать их с возможно меньшим значением емкости. С целью компенсации искажений, вызванных недостаточной величиной емкости конденсаторов C_9 и C_{10}, вводится цепь обратной связи из сопротивлений R_6 и R_7 с анодной цепи триода $Л_3$ на сетку триода $Л_2$. Величину этих сопротивлений надо тщательно подбирать, так как линейность развертки в значительной степени зависит от величины обратной связи.

Переменное сопротивление R_8 служит для изменения собственной частоты мультивибратора. При исправном действии схемы напряжение на анодах триодов лампы 6Н9С должно быть не менее 270 *в*.

Если высокое напряжение, подаваемое на схему, нормально (900 *в*), а вертикальная развертка все же нелинейна, то следует проверить сопротивления R_{12} и R_{13}, цепочку обратной связи R_6 и R_7 и лампу 6Н9С.

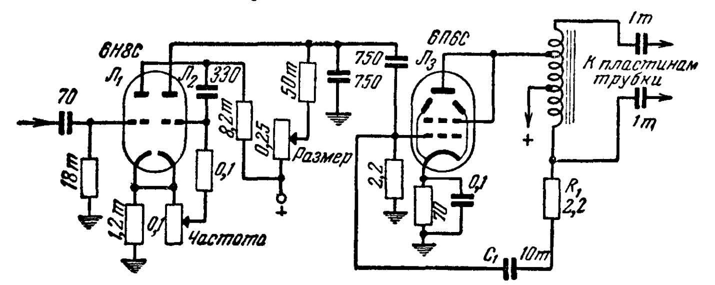
Схемы горизонтальной развертки для трубок с электростатическим отклонением

Схемы горизонтальной развертки для трубок с электростатическим отклонением, использующие обычные мультивибраторы или блокинг-генераторы с выходным двухтактным усилителем, отличаются от схем вертикальной развертки лишь величинами элементов, входящих в схемы. Для сравнения на фиг. 48 показана практическая схема горизонтальной и вертикальной развертки для электростатической трубки (в этой схеме используется амплитудный отделитель фиг. 12).

На фиг. 49 приводится схема горизонтальной развертки для трубки с электростатическим отклонением, в качестве задающего генератора пилообразного напряжения которой используется мультивибратор на лампе 6Н8С.

Пилообразное напряжение с анода триода $Л_2$ подается на управляющую сетку выходной лампы $Л_3$. В качестве анодной нагрузки лампы $Л_3$ используется автотрансформатор, с обмотки которого пилообразное напряжение подводится к

Фиг. 48. Схема горизонтальной и вертикальной разверток для трубки с электростатическим отклонением.



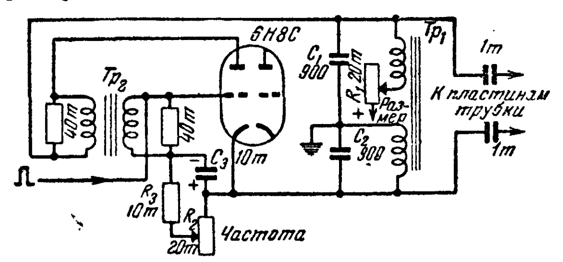
Фиг. 49. Схема горизонтальной развертки с автотрансформаторным выходом для трубки с электростатическим отклонением.

горизонтальным отклоняющим пластинам трубки. Использование автотрансформатора на выходе усилителя горизонтального отклонения оказывается выгодным потому, что при частоте горизонтальной развертки 15 625 *гц* автотрансформа-

тор получается относительно малых размеров и обладает при этом индуктивным сопротивлением, достаточным для обеспечения требуемого выходного напряжения.

С нижнего конца обмотки автотрансформатора через сопротивление R_1 и конденсатор C_1 на управляющую сетку лампы $Л_3$ подается напряжение отрицательной обратной связи, которое в значительной мере ослабляет искажения, возникающие в выходном каскаде. С целью понижения внутреннего сопротивления выходной лампы тетрод 6П6С включен триодом.

На фиг. 50 изображена схема горизонтальной развертки для трубки с электростатическим отклонением, в которой используется лишь одна лампа, работающая в схеме блокинг-генератора.



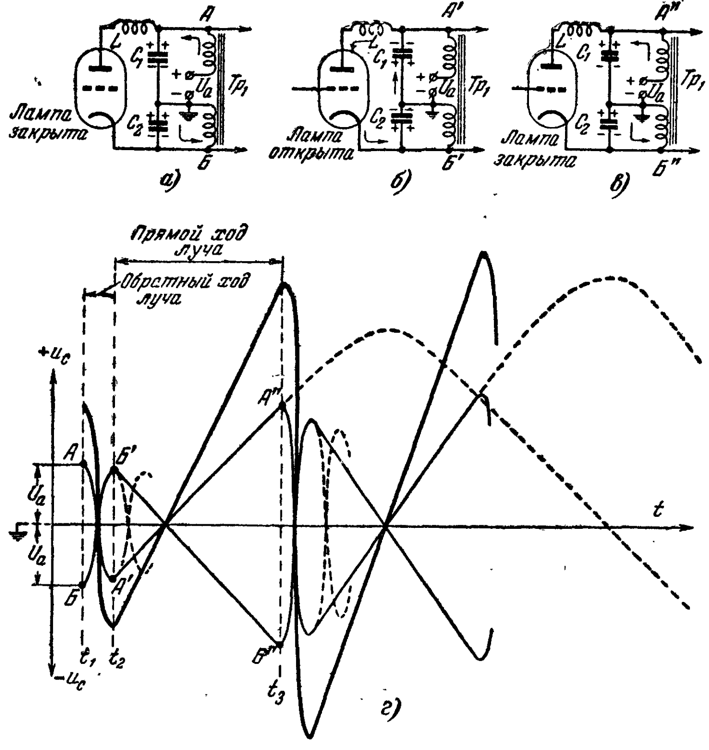
Фиг. 50. Одноламповая схема горизонтальной развертки для трубки с электростатическим отклонением.

Анод и катод лампы по переменному току включены симметрично по отношению к земле. Между ними включен колебательный контур, состоящий из конденсаторов C_1 и C_2 и индуктивности в виде двух обмоток трансформатора $Тр_1$. Собственная частота колебаний этого контура порядка $4 \div 5$ *кгц*, т. е. в 3—4 раза ниже частоты генератора горизонтальной развертки.

Для уяснения происходящих в схеме процессов приведем схему фиг. 50 к упрощенному виду, как это изображено на фиг. 51,*а*, где L является индуктивностью рассеяния анодной обмотки трансформатора $Тр_2$. Конденсаторы C_1, C_2 и индуктивность L образуют колебательный контур, цепь которого замыкается через лампу. Собственная частота колебаний этого контура порядка 75 *кгц*, т. е. примерно в 5 раз выше частоты генератора горизонтальной развертки.

В начальный момент после включения анодного напряжения конденсаторы C_1 и C_2 заряжаются через обмотки транс-

форматора $Тр_1$. Конденсатор C_1 заряжается положительно, а конденсатор C_2 — отрицательно относительно земли. Полярность заряда и направление зарядного тока конденсаторов показаны на фиг. 51,*а*. Таким образом, потенциал между точками *А* и *Б* будет иметь значение примерно удвоенного



Фиг. 51. Пояснение работы схемы фиг. 50.

а — заряд конденсаторов после включения анодного напряжения; *б* — разряд конденсаторов через лампу (обратный ход); *в* — перезаряд конденсаторов после запирания лампы (прямой ход луча); *г* — диаграмма напряжений на выходе схемы между точками *А* и *Б*.

напряжения анодного источника питания. На диаграмме напряжений (фиг. 51,*г*) этим потенциалам соответствуют точки *А* и *Б*.

Как только лампа под действием положительного синхронизирующего импульса отопрется (момент t_1) в контуре LC_1C_2 возникнут затухающие синусоидальные колебания. Конденсаторы C_1 и C_2 начнут разряжаться через внутреннее сопротивление лампы. По истечении полупериода этих коле-

баний напряжение на конденсаторах изменит свою полярность. В момент t_2, когда происходит изменение направления тока в контуре, колебания в нем срываются, так как лампа пропускает ток только в одном направлении. Кроме того, по истечении примерно 6 *мксек* после момента поступления синхронизирующего импульса лампа запирается отрицательным сеточным напряжением, которое образуется на конденсаторе C_3 (фиг. 50).

На фиг. 51,*б* показано направление тока в колебательном контуре LC_1C_2 непосредственно перед моментом запирания лампы и полярность напряжений на конденсаторах в момент ее запирания, т. е. в момент t_2. Потенциалы точек A' и $Б'$ для этого момента отмечены на диаграмме фиг. 51,*г* теми же обозначениями. С этого момента начинается разряд конденсаторов C_1 и C_2 через обмотки трансформатора $Тр_1$ и через источники питания, т. е. в колебательном контуре, образованном из конденсаторов C_1C_2 и обмоток трансформатора $Тр_1$, возникают собственные колебания, период которых благодаря большой индуктивности обмоток трансформатора в $3 \div 4$ раза больше времени между синхронизирующими импульсами. До момента прихода следующего синхронизирующего импульса происходит лишь часть одного полупериода колебаний.

На фиг. 51,*в* показаны путь тока в контуре и полярность напряжений на конденсаторах перед приходом синхронизирующего импульса. Потенциал между точкам A'' и $Б''$, соответствующий моменту времени t_3, отмечен на диаграмме фиг. 51,*г* теми же обозначениями. После подачи на сетку лампы следующего положительного синхронизирующего импульса в момент времени t_3 цикл повторится.

На фиг. 51,*г* кривые A, A', A'' и $Б$, $Б'$, $Б''$ показывают потенциалы соответствующих точек относительно земли. Разность потенциалов между точками A и $Б$, A' и $Б'$, A'' и $Б''$ показана жирной линией. Штриховые линии, которые начинаются от точек A' и $Б'$, показывают воображаемые продолжения свободных колебаний в контуре LC_1C_2. Штриховая линия, начинающаяся от точки A'', показывает воображаемое продолжение периода собственных колебаний контура, состоящего из C_1C_2 и обмоток трансформатора $Тр_1$.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что когда конденсаторы C_1 и C_2 разряжаются через лампу (фиг. 51,*б*), ток в обмотках трансформатора $Тр_1$ не равен нулю. Благодаря этому колебания в контуре, который состоит из C_1C_2 и обмоток $Тр_1$, начинаются с некоторым опе-

режением по фазе, что благоприятствует линейному нарастанию напряжения на конденсаторах C_1 и C_2 в начале прямого хода луча.

Благодаря использованию в этой схеме резонанса напряжений двойное амплитудное значение пилообразного напряжения на выходе схемы равно около 800 *в* при напряжении источника питания в 250 *в*. Сопротивление R_1 позволяет изменять амплитуду пилообразного напряжения на выходе схемы. Частота блокинг-генератора также может изменяться при помощи переменного сопротивления R_2. Трансформатор $Тр_1$ имеет сечение сердечника $3 \div 4$ *см*². Обмотки намотаны проводом ПЭШД 0,1 по 2 000 витков.

Источники высокого напряжения для питания электронно-лучевых трубок

Для нормальной работы телевизора на анод электроннолучевой трубки должно быть подано напряжение порядка нескольких тысяч вольт. При этом мощность, потребляемая трубкой от источника этого напряжения, обычно порядка 1 *вт* (ток в цепи анода трубки составляет десятые доли миллиампера).

В качестве источника такого напряжения можно использовать обычный выпрямитель с высоковольтным трансформатором, работающим от сети переменного тока. Однако этот способ питания трубки имеет ряд существенных недостатков.

Для устранения пульсаций выпрямленного напряжения после выпрямителя необходим фильтр. Низкая частота пульсаций заставляет применять в этом фильтре конденсаторы с большой емкостью. Вследствие того, что эти конденсаторы должны работать при высоком напряжении, они оказываются весьма громоздкими и дорогими.

Другим недостатком этого способа является медленный разряд конденсаторов фильтра после выключения схемы. Высокое напряжение, сохраняющееся на аноде трубки после ее выключения, приводит к преждевременному разрушению катода и экрана трубки. Кроме того, это напряжение представляет опасность при обращении с телевизором.

В случае выхода из строя генераторов развертки высокое анодное напряжение остается приложенным к аноду трубки. При этом электронный луч останавливается в одной точке экрана, прожигая его.

Указанные недостатки могут быть устранены, если для получения высокого напряжения использовать выпрямление импульсов напряжения, которые возникают на анодной нагрузке выходной лампы горизонтальной развертки в моменты обратного хода луча. Такой способ применяется в подавляющем большинстве современных телевизоров.

Выше при рассмотрении процессов, происходящих в анодной цепи выходной лампы горизонтальной развертки, мы уже видели, что после запирания этой лампы в колебательном контуре, образованном индуктивностью выходного трансформатора и распределенными емкостями, возникают свободные колебания. Вследствие наличия подавителя в контуре происходит лишь первый полупериод колебания, так как во время второго полупериода эти колебания подавляются.

Во время первых полупериодов на обмотке выходного трансформатора возникают импульсы напряжения с амплитудой, доходящей до 9÷10 *кв*. Эти кратковременные импульсы, следующие с частотой 15625 *гц*, воздействуют на диодный выпрямитель, выходное напряжение которого используется для питания электронно-лучевой трубки.

Схема подобного источника высоковольтного напряжения показана на фиг. 52. Анод высоковольтного выпрямителя (лампа 1Ц1С) соединен с повышающей обмоткой выходного трансформатора. Благодаря высокой частоте высоковольтных положительных импульсов (15625 *гц*) фильтрация напряжения получается достаточной при использовании П-образного фильтра, состоящего из двух емкостей по 500 *пф* и сопротивления в 1 *мгом*. Нить накала кенотрона 1Ц1С питается от специальной обмотки выходного трансформатора.

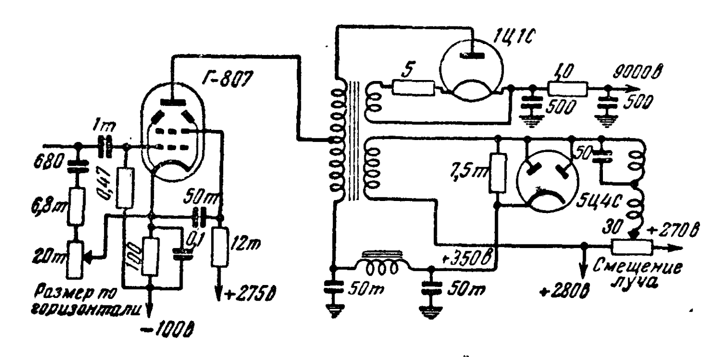
Кенотрон 1Ц1С сконструирован специально для таких источников питания и потребляет малую мощность по накалу (порядка 0,25 *вт*). Питать накал кенотрона от каких-либо других цепей неудобно, так как катод этой лампы находится под высоким напряжением.

Схема (фиг. 52) используется в телевизорах, в которых для анодного питания трубки требуется напряжение не более 9—10 *кв*.

Для получения более высоких напряжений (12—15 *кв*) применяется схема, изображенная на фиг. 53,*а*, в которой используются два кенотрона, соединенные последовательно.

Для пояснения действия этого выпрямителя воспользуемся упрощенной его схемой, изображенной на фиг. 53,*б*.

Во время обратного хода развертки, когда ток, текущий через первичную обмотку трансформатора, прекращается,



Фиг. 52. Схема выпрямления импульсов, возникающих на выходном трансформаторе горизонтальной развертки.

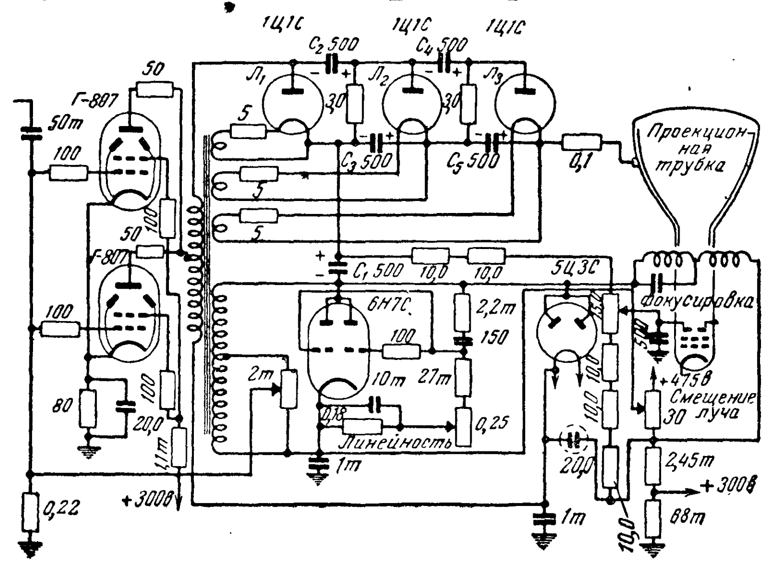
а)

б)

Фиг. 53. Высоковольтный выпрямитель с удвоением напряжения импульсов.

а — практическая схема; *б* — упрощенная схема.

на этой обмотке развивается кратковременный положительный импульс напряжения U. При этом конденсатор C_1 заряжается через лампу $Л_1$ до амплитудного значения напряжения U. В интервале между импульсами, когда лампа $Л_1$ не проводит ток, конденсатор C_1 заряжает конденсатор C_2 через сопротивление R_1 до тех пор, пока их напряжение не урав-



Фиг. 54. Схема горизонтальной развертки для проекционной трубки с высоковольтным выпрямителем.

няется. Вначале при заряде конденсатора C_2 за счет конденсатора C_1 напряжение на последнем понижается, однако после ряда импульсов оба конденсатора заряжаются до амплитудного значения прикладываемых импульсов.

Проследим далее, как происходит заряд конденсатора C_3. Для этого рассмотрим схему в момент воздействия положительного импульса, когда C_1 и C_2 уже заряжены до напряжения U, а первичная обмотка трансформатора имеет положительный потенциал. Если прибавить напряжение, существующее между точками $А$ и $Б$, к положительному напряжению импульса, существующему на обмотке трансформатора, то на аноде кенотрона $Л_2$ окажется суммарное напряжение в $2U$. С другой стороны, на конденсаторе C_1 имеется встречное напряжение U, следовательно, кенотрон $Л_2$ получает приложенное напряжение U. Под действием

этого потенциала через лампу $Л_2$ протекает ток и заряжает конденсатор C_3 до напряжения U с полярностью, указанной на фиг. 53,*б*. Конденсаторы C_1 и C_3 соединены последовательно и напряжения на них складываются.

Практически напряжение на выходе выпрямителя составляет примерно 1,8 U.

В случае применения в телевизоре проекционной трубки напряжение должно составлять 25—27 *кв*. Чтобы получить такое напряжение, используются три кенотрона 1Ц1С, соединенные последовательно, как показано на схеме фиг. 54. Выходной трансформатор в этой схеме должен развивать на первичной обмотке импульсы в 9 *кв*.

Действие схемы фиг. 54 напоминает действие предыдущей схемы, только в ней добавлен еще один кенотрон $Л_8$ и два высоковольтных конденсатора C_4 и C_5. Последовательность заряда конденсаторов C_1, C_2, C_3, C_4 и C_5 здесь сохраняется. Конденсаторы C_4 и C_5 также заряжаются до амплитудного значения положительного импульса, действующего на первичной обмотке выходного трансформатора. Сумма напряжений на конденсаторах C_1, C_8 и C_5 дает требуемое выходное напряжение 27 *кв*.

В том случае, если трубка имеет электростатическую фокусировку, напряжение на фокусирующий электрод снимается с делителя напряжения, присоединенного к конденсатору C_1 и к анодному источнику питания.

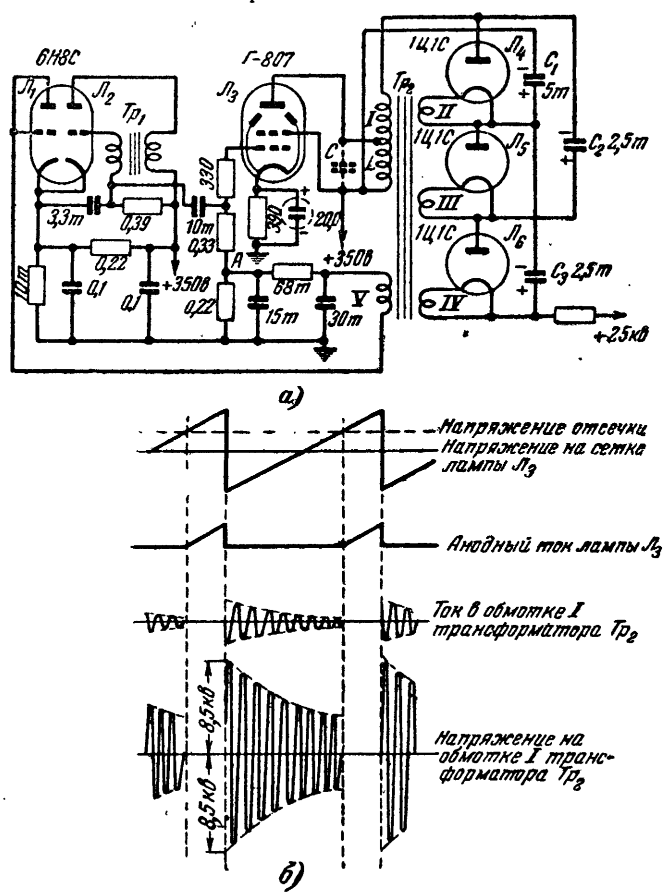
Для улучшения линейности развертки в качестве подавителя совместно с лампой* 6Н7С используется кенотрон 5Ц3С. Двойной триод 6Н7С подавляет свободные колебания в выходном трансформаторе и одновременно улучшает линейность пилообразного тока, в то время как кенотрон 5Ц3С служит для того, чтобы за счет энергии свободных колебаний в анодной цепи выходной лампы получить дополнительное напряжение питания на ее аноде. В проекционных телевизионных приемниках с размером экрана 450×600 *мм* и более горизонтальная линейность является очень важной и для получения ее требуются специальные схемы, одна из которых и показана на фиг. 54.

Рассмотрим еще одно устройство для получения высокого напряжения, в котором используется отдельный источник высоковольтных импульсов с частотой значительно ниже частоты горизонтальной развертки.

---

* Вместо лампы 6Н7С в схеме при тех же деталях можно использовать двойной триод 6Н5С, который обеспечивает лучшую линейность развертки.

Схема его, изображенная на фиг. 55,*а*, состоит из блокинг-генератора, ударно возбуждаемого каскада и ламп высоковольтного выпрямителя. Блокинг-генератор с разрядной цепью в сеточной цепи работает на частоте около 1 000 *гц*.



Фиг. 55. Высоковольтный источник напряжения с ударно-возбужденным контуром.

а — схема; *б* — кривые токов и напряжений.

Он создает пилообразное напряжение, которое прикладывается к сетке лампы $Л_3$ ударно возбуждаемого каскада.

Форма токов и напряжений на электродах лампы Г-807 и элементах схемы показана на фиг. 55,*б*. Рабочая точка этой лампы смещена за пределы напряжения отсечки, так

что анодный ток через лампу протекает только во время действия верхней части пилообразного напряжения. После достижения максимума пилообразного напряжения напряжение на сетке лампы $Л_3$ быстро понижается, запирая лампу. При этом в анодном контуре *CL* возбуждаются затухающие синусоидальные колебания. Индуктивность обмотки *I* выходного трансформатора $Тр_2$ выбирается такой, чтобы при полученных междувитковых емкостях собственные колебания имели частоту порядка 25 *кгц*. В периоды, когда лампа $Л_3$ отперта, она шунтирует контур своим внутренним сопротивлением, срывая колебания в контуре. Таким образом, затухающие колебания в анодном контуре существуют в интервалах между импульсами анодного тока.

Напряжение, развиваемое на обмотке *I* выходного трансформатора $Тр_2$, выпрямляется с помощью трех кенотронов 1Ц1С. В этой схеме кенотроны выпрямляют уже не импульсы одной полярности, а синусоидальное напряжение, поэтому действие выпрямительной схемы здесь несколько отлично от предыдущей.

При первом положительном полупериоде свободных колебаний с амплитудой $U_ш$ ток протекает через кенотрон $Л_4$ и заряжает конденсатор C_1 до значения U_m. Во время отрицательного полупериода напряжение на обмотке *I* трансформатора $Тр_2$ суммируется с напряжением на конденсаторе C_1 и конденсатор C_2 через кенотрон $Л_5$ заряжается до напряжения $2U_m$. Зарядный ток конденсатора C_2 протекает через лампу $Л_5$, обмотку *I* трансформатора $Тр_2$ и конденсатор C_1. В следующий положительный полупериод заряжается конденсатор C_3. При этом зарядный ток конденсатора C_3 протекает через конденсатор C_1, обмотку *I* трансформатора, конденсатор C_2 и кенотрон $Л_6$.

Напряжение на конденсаторе C_1 включено навстречу напряжению на конденсаторе C_2. Поэтому конденсатор C_3 также зарядится до значения $2U_m$. Выходное напряжение выпрямителя, складываясь из напряжений на конденсаторах C_3 и C_1, оказывается равно примерно $3U_m$. Практически схема обеспечивает выходное напряжение порядка 25 *кв* при токе нагрузки 0,5 *ма*.

Выходное высокое напряжение в этой схеме остается практически постоянным при значительном изменении нагрузки и питающих напряжений. Регулирование напряжения осуществляется с помощью вспомогательной цепи, включающей в себя дополнительную обмотку *V* трансформатора $Тр_2$,

присоединенную к лампе $Л_1$, включенной диодом. Напряжение, развиваемое на этой обмотке, выпрямляется, и отрицательное напряжение (точка *А*) поступает на управляющую сетку лампы $Л_3$. При увеличении выходного напряжения отрицательное напряжение на управляющей сетке лампы $Л_3$ увеличивается, уменьшая тем самым максимальную амплитуду напряжения, возбужденного на первичной обмотке трансформатора. Вследствие этого напряжение на выходе схемы уменьшится. С другой стороны, понижение выходного напряжения уменьшает напряжение смещения на лампе $Л_3$, увеличивая выходное напряжение путем увеличения амплитуды возбужденного напряжения. Практически выходное напряжение сохраняется при изменении сетевого напряжения в пределах $\pm 10\%$. При анодном напряжении в 350 *в* потребляемый ток составляет около 70—80 *ма*.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОДСТРОЙКА ФАЗЫ ГЕНЕРАТОРОВ РАЗВЕРТКИ

Самый простой способ управления генераторами развертки это непосредственное воздействие на них синхронизирующими импульсами.

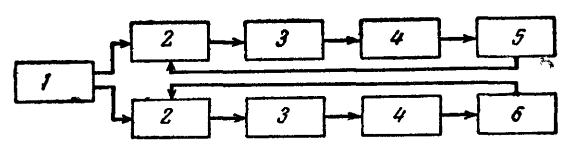
Существенным недостатком такого способа синхронизации является восприимчивость системы разверток к действию помех, возникающих от различных электрических аппаратов и оборудования, находящихся вблизи телевизора. Импульсные помехи, складываясь с телевизионным сигналом, удлиняют или укорачивают синхронизирующие импульсы, сдвигая тем самым момент начала развертки. В результате этого изображение на приемном экране становится не четким.

Наибольший вред приносят импульсные помехи, появляющиеся в интервале между синхронизирующими импульсами, так как при достаточно большой их амплитуде они могут привести к преждевременному началу обратного хода развертки. Воздействие подобных помех на генератор вертикальной развертки приводит к тому, что изображение на экране начинает двигаться вниз или вверх по вертикали до тех пор, пока синхронизирующие импульсы не смогут вновь управлять генератором развертки. При воздействии таких помех на генератор горизонтальной развертки часть строк будет беспорядочно смещена на экране влево или вправо и изображение будет иметь излом или разрыв. Если помеха

достаточно сильна и устойчива, то наблюдение изображений становится невозможным.

Кратковременные импульсные помехи особенно опасны для горизонтальной развертки, так как дифференцирующая цепь, обладая малой постоянной времени, реагирует на них так же, как и на синхронизирующие импульсы.

Генератор вертикальной развертки меньше подвергается действию кратковременных импульсов помех благодаря наличию интегрирующей цепи с большой постоянной времени, включенной между синхронизирующим устройством и вертикальным блокинг-генератором. Лишь в том случае, когда на вход телевизионного приемника будет действовать мешающий импульс достаточно большой длительности и мощности, он может нарушить синхронизацию вертикальной развертки. Но подобные мешающие импульсы встречаются сравнительно редко.



Фиг. 56. Блок-схема автоподстройки фазы генератора развертки.

1 — амплитудный отделитель; *2* — фазовые детекторы; *3* — фильтры; *4* — устройства, управляющие фазой генератора; *5* — генератор горизонтальной развертки; *6* — генератор вертикальной развертки.

Для надежной защиты от импульсных помех в настоящее время, главным образом для дальнего приема телевизионных передач в телевизорах применяют автоматическую подстройку фазы генератора горизонтальной развертки, а в некоторых случаях также и фазы генератора вертикальной развертки.

При этом синхронизирующие импульсы управляют генератором развертки не непосредственно, а через промежуточное звено, называемое системой автоподстройки фазы (АПФ). Эта система, состоящая обычно из фазового детектора, фильтра с большой постоянной времени и управляющего элемента, включается между выходом синхронизирующей схемы и генератором развертки. Назначение указанных элементов состоит в том, чтобы уравнивать фазу приходящих синхронизирующих импульсов с фазой местного генератора развертки. Если существует разность этих фаз, то система автоподстройки создает на управляющем

элементе постоянное напряжение, которое изменяет фазу генератора развертки, приводя ее к фазе синхронизирующих импульсов.

В рассматриваемых ниже системах АПФ уравнивание частоты генератора развертки с фазой синхронизирующих импульсов производит фазовый детектор, дающий на выходе напряжение, пропорциональное временному сдвигу между соответствующей фазой колебаний генератора развертки и передним фронтом принимаемых синхронизирующих импульсов. Если частоты и фазы этих колебаний и импульсов одинаковы, то на выходе фазового детектора действует одно и то же напряжение (обычно оно в этом случае равно нулю).

Если же фаза колебаний генератора развертки отклоняется от фазы синхронизирующих импульсов, то напряжение на выходе детектора изменяется, причем это изменение имеет знак и величину, соответствующие изменению оговоренного выше временного сдвига.

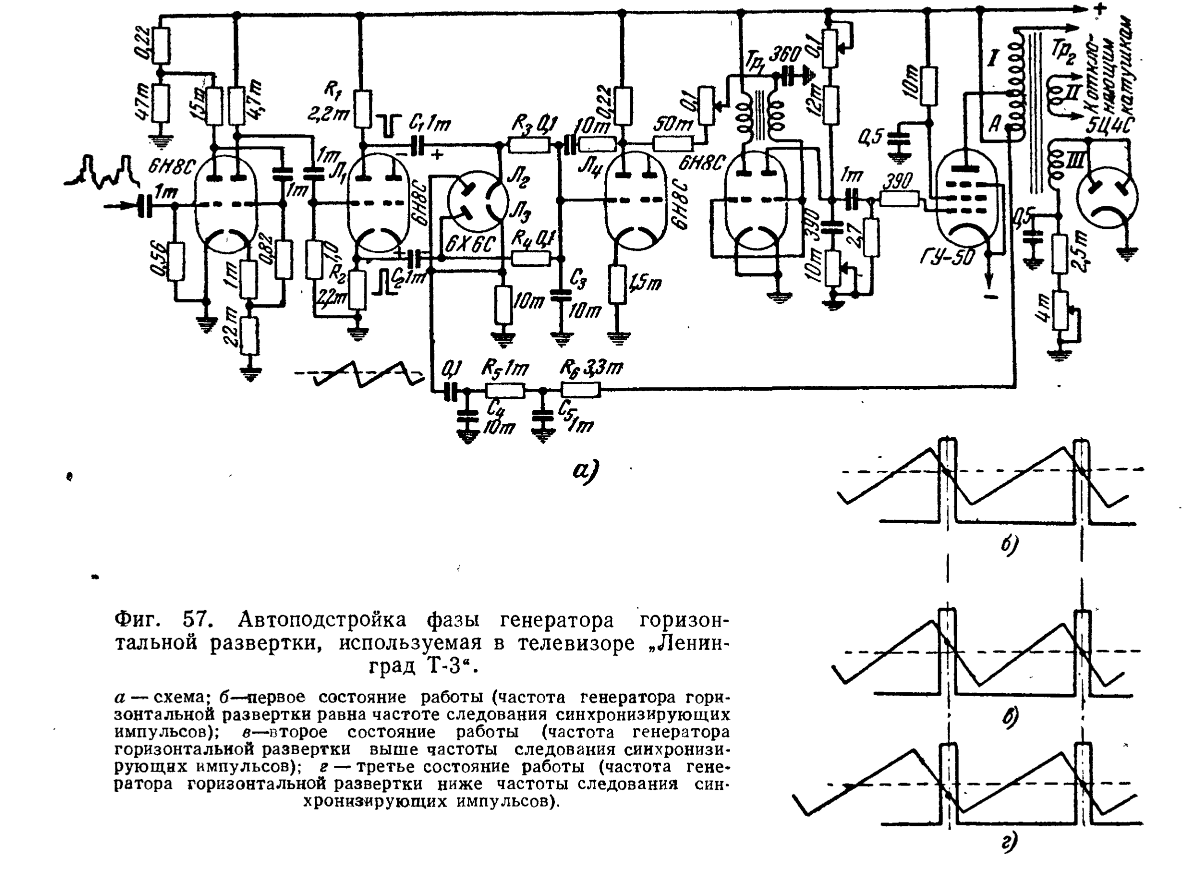
Поскольку указанный временный сдвиг резко изменяется даже при слабых изменениях частоты, применение фазового детектора делает систему АПФ весьма эффективной.

Из блок-схемы, изображенной на фиг. 56, видно, что фазовый детектор, уравнивая фазу синхронизирующих импульсов с фазой генератора развертки, вырабатывает постоянное напряжение, которое через фильтр с большой постоянной времени прикладывается к схеме, управляющей частотой генератора развертки. Наличие этого фильтра избавляет генераторы развертки от большинства импульсных помех. С другой стороны, этот фильтр свободно пропускает относительно медленные изменения управляющего напряжения, вызываемые отклонениями фазы генератора от фазы синхронизирующих импульсов, не нарушая устойчивости изображения.

Автоматическая подстройка фазы с использованием пилообразного напряжения

В телевизионном приемнике „Ленинград Т-3“ в генераторе горизонтальной развертки применена схема автоподстройки фазы, которая изображена на фиг. 57,*а*.

В этой схеме горизонтальные синхронизирующие импульсы поступают к сетке лампы $Л_1$. На аноде и катоде этой лампы синхронизирующие импульсы появляются с противоположной полярностью и имеют равные амплитуды. Отрицательные импульсы, поступающие на катод диода $Л_2$, и положительные



Фиг. 57. Автоподстройка фазы генератора горизонтальной развертки, используемая в телевизоре „Ленинград Т-3".

а — схема; *б* — первое состояние работы (частота генератора горизонтальной развертки равна частоте следования синхронизирующих импульсов); *в* — второе состояние работы (частота генератора горизонтальной развертки выше частоты следования синхронизирующих импульсов); *г* — третье состояние работы (частота генератора горизонтальной развертки ниже частоты следования синхронизирующих импульсов).

импульсы, поступающие на анод диода $Л_3$, отпирают оба диода. При этом ток, протекающий через диод $Л_2$, заряжает конденсатор C_1 до амплитудного значения воздействующего импульса, а ток, протекающий через диод $Л_3$, заряжает конденсатор C_2 до того же значения. Во время прямого хода луча оба конденсатора разряжаются (путь разрядного тока — от положительно заряженной пластины конденсатора C_1 через сопротивления R_3 и R_4 к отрицательно заряженной пластине конденсатора C_2, затем через сопротивление R_2, через источники питания и сопротивление R_1 к отрицательно заряженной пластине конденсатора C_1). Разряд конденсаторов происходит медленно и диоды $Л_2$ и $Л_3$ остаются запертыми весь промежуток времени между синхронизирующими импульсами.

Кроме синхронизирующих импульсов, к аноду лампы $Л_2$ и к катоду лампы $Л_3$ подводится пилообразное напряжение, которое снимается с фильтра $C_4R_5C_5R_6$, присоединенного к части обмотки *I* выходного трансформатора $Тр_2$ горизонтальной развертки.

Рассмотрим три возможных состояния схемы.

Первое состояние имеет место при равенстве частот и фаз синхронизирующих импульсов и колебаний генератора горизонтальной развертки. В этом случае синхронизирующие импульсы поступают на диоды $Л_2$ и $Л_3$ в те моменты, когда пилообразное напряжение проходит через нуль (фиг. 57,*б*). В этом случае через оба диода протекают равные токи, которые подзаряжают конденсаторы C_1 и C_2 до одинакового напряжения. Следовательно, напряжение на сетке лампы $Л_4$ усилителя постоянного тока при этом остается неизменным.

Второе состояние соответствует случаю, когда частота синхронизирующих импульсов оказывается ниже частоты колебаний генератора, т. е. когда фаза колебаний генератора развертки опережает фазу синхронизирующих импульсов. При этом в момент прихода отрицательного синхронизирующего импульса на катод диода $Л_2$ на его аноде будет действовать положительная полуволна пилообразного напряжения. Это же положительное напряжение оказывается приложенным к катоду диода $Л_3$ в то время, когда на его анод воздействует положительный синхронизирующий импульс. Поэтому в момент прихода синхронизирующих импульсов напряжение между анодом и катодом у диода $Л_2$ оказывается больше, чем у диода $Л_3$ (фиг. 57,*в*). В результате этого избыточный ток диода $Л_2$ будет заряжать кон-

денсатор C_3, создавая положительный потенциал на сетке лампы $Л_4$. Увеличение положительного потенциала на сетке лампы $Л_4$ уменьшает напряжение на ее аноде, который соединен с сеткой лампы блокинг-генератора. Уменьшение напряжения на сетке лампы блокинг-генератора приводит к увеличению периода его колебаний. Таким образом, уравниваются фазы генератора и синхронизирующих импульсов.

Третье состояние имеет место, когда частота колебаний генератора развертки становится ниже частоты синхронизирующих импульсов, т. е. фаза колебаний генератора развертки отстает от фазы синхронизирующих импульсов (фиг. 57,*г*). В этом случае в момент воздействия синхронизирующих импульсов ток диода $Л_3$ оказывается больше тока диода $Л_2$. Избыточный ток, разряжая конденсатор C_3, создает отрицательное напряжение на сетке лампы $Л_4$, которое приводит к увеличению напряжения на сетке лампы блокинг-генератора. В результате этого увеличивается частота его колебаний до совпадения с частотой синхронизирующих импульсов.

Сопротивления R_3, R_4 и конденсатор C_3 образуют фильтр с достаточно большой постоянной времени, который реагирует только на плавные колебания напряжения. Все кратковременные импульсные помехи эффективно подавляются, не достигая сетки лампы блокинг-генератора. Следует отметить, что подобная схема управления частотой может быть также осуществлена при использовании мультивибратора в качестве генератора развертки.

Трансформатор $Тр_1$ блокинг-генератора и выходной трансформатор $Тр_2$ для этой схемы те же, что и трансформаторы телевизора „Ленинград Т-2". Отвод *А* обмотки *I* делается от 80 витка.

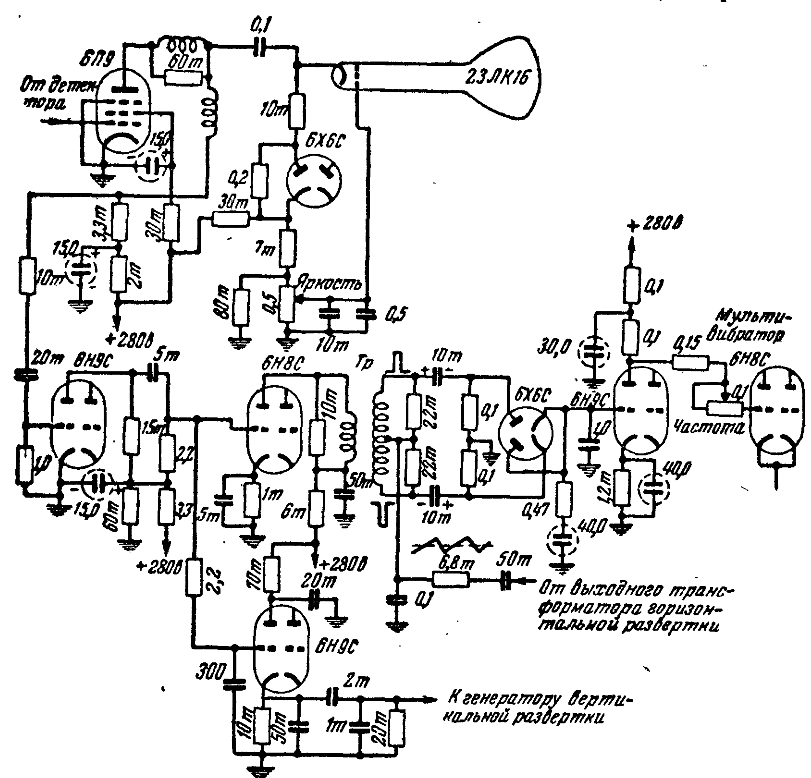
Опыт эксплуатации телевизора „Ленинград Т-3" показывает, что при использовании схемы АПФ генератора горизонтальной развертки, использующей пилообразное напряжение, изображение остается весьма устойчивым даже при сильных помехах (вблизи автомагистралей, троллейбусных и трамвайных линий и т. п.).

На фиг. 58 дана еще одна схема автоподстройки фазы горизонтальной развертки, в которой синхронизирующие импульсы противоположной полярности получаются с помощью трансформатора *Тр*.

Обе схемы (фиг. 57 и 58) имеют всего один регулируемый элемент — ручку изменения частоты мультивибратора или блокинг-генератора. При монтаже схемы следует обра-

щать особое внимание на полярность импульсов, управляющих фазовым детектором. Фаза пилообразного напряжения должна быть также вполне определенной (фиг. 57,б).

В радиолюбительских условиях рекомендуется в выходном трансформаторе горизонтальной развертки предусматривать добавочную обмотку в 30—40 витков (из провода



Фиг. 58. Схема автоподстройки фазы горизонтальной развертки с использованием пилообразного напряжения.

ПЭШО 0,1), располагая ее рядом со вторичной обмоткой так, чтобы высоковольтные импульсы во время обратного хода развертки не разрушили ее изоляцию, поскольку один ее конец заземлен. Наличие такой обмотки в значительной степени облегчает настройку схемы, так как в этом случае имеется возможность изменять полярность пилообразного напряжения путем пересоединения концов добавочной обмотки. Амплитуда пилообразного напряжения, поступающего

на фазовый детектор, должна быть того же порядка, что и амплитуда синхронизирующих импульсов ($15 \div 20$ *в*).

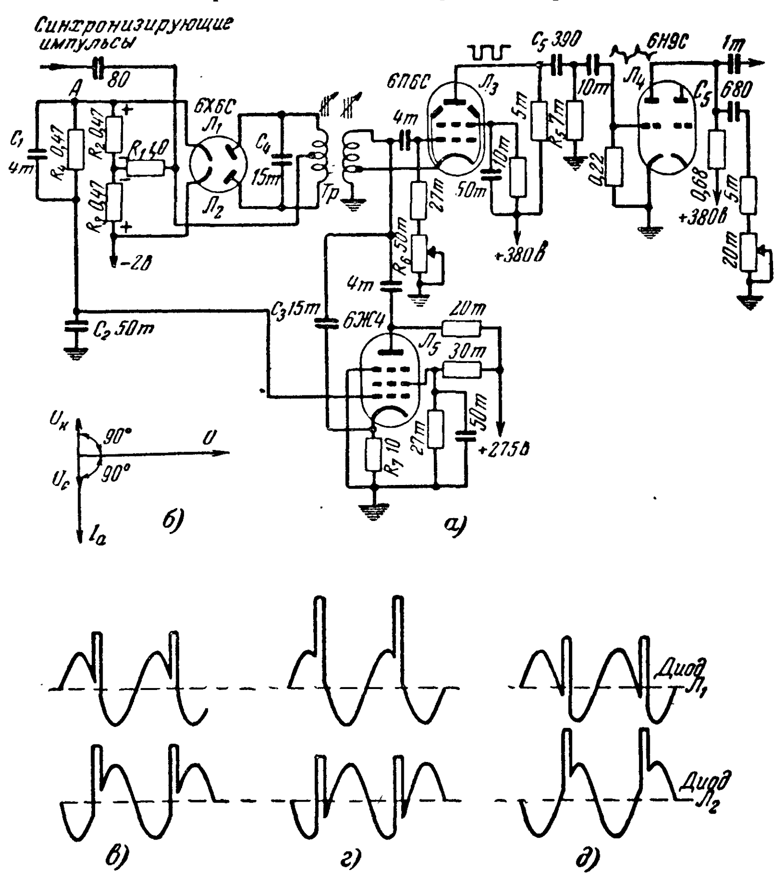
При наладке схемы на выход фазового детектора подключают ламповый вольтметр постоянного тока и, вращая ручку частоты, наблюдают за показаниями вольтметра. Если схема собрана правильно, то при медленном вращении ручки стрелка вольтметра будет двигаться в ту или иную сторону. При отсутствии этого нужно проверить диапазон изменения частоты блокинг-генератора. Если диапазон изменения частоты блокинг-генератора лежит в нужных пределах ($\pm 5\%$), то следует изменить полярность пилообразного напряжения. После этого схема должна работать нормально и при медленном вращении ручки синхронизации в значительных пределах изображение должно оставаться устойчивым.

Автоматическая подстройка фазы с генератором синусоидальных колебаний

На фиг. 59,*а* изображена схема автоматической подстройки фазы генератора горизонтальной развертки, в которой вместо импульсного генератора (блокинг-генератора или мультивибратора) используется генератор синусоидальных колебаний (лампа $Л_8$). Он собран по трехточечной схеме. Собственная частота колебаний генератора равна частоте горизонтальных синхронизирующих импульсов. Контур фазового детектора (лампа $Л_1 Л_2$) индуктивно связан с контуром генератора. В этой схеме фазовый детектор сравнивает фазы синхронизирующих импульсов и генерируемых синусоидальных колебаний. Его выходное напряжение поступает на реактивную лампу $Л_5$, включенную параллельно контуру генератора. Величина и полярность этого напряжения выбираются таким образом, чтобы переменная величина реактивности, вносимой в контур этой лампой, приводила к равенству фазы колебаний генератора и синхронизирующих импульсов.

Чтобы лучше уяснить фазовые соотношения в схеме реактивной лампы, рассмотрим векторную диаграмму, изображенную на фиг. 59,*б*. Обозначим напряжение на контуре генератора через U. Фаза напряжения на катоде лампы $Л_5$, обозначенная через $U_к$, опережает фазу напряжения U на 90°, так как при частоте колебаний генератора 15 625 *гц* емкостное сопротивление последовательной цепи C_8R_7 примерно в 65 раз превышает ее активное сопротивление и поэтому переменное напряжение $U_к$ на сопротивлении R_7 носит

емкостный характер. Фаза напряжения U_c на сетке лампы $Л_5$ отличается от фазы напряжения $U_к$ на ее катоде на 180° и таким образом отстает от фазы напряжения U на 90°.



Фиг. 59. Автоподстройка фазы с использованием синусоидального напряжения.

а — схема; *б* — векторная диаграмма токов и напряжений в реактивной лампе; *в* — первое состояние работы схемы; *г* — второе состояние работы схемы; *д* — третье состояние работы схемы.

Переменная составляющая анодного тока лампы $Л_5$ I_a протекает через контур генератора. При этом ее фаза, совпадая с фазой напряжения U_c на сетке лампы $Л_5$, отстает от фазы напряжения U на 90°. Следовательно, присоединение параллельно контуру реактивной лампы эквивалентно в

нашем случае изменению его индуктивности. Величина эквивалентной индуктивности, вносимой в контур, пропорциональна крутизне реактивной лампы; при изменении величины управляющего напряжения на ее сетке (которая присоединена к выходу фазового детектора) изменяется частота генерируемых колебаний.

На аноды диодов $Л_1$ и $Л_2$ фазового детектора действуют синусоидальные напряжения противоположной полярности, но равные по амплитуде. При положительном полупериоде напряжения на верхнем конце катушки контура фазового детектора диод $Л_1$ будет открыт и протекающий через него ток будет проходить через сопротивления R_2R_1 и верхнюю половину катушки контура. Диод $Л_2$ в это время будет закрыт, так как на его анод действует отрицательная полуволна синусоидального напряжения. Во время следующего полупериода, наоборот, диод $Л_2$ будет открыт, а диод $Л_1$ закрыт. Ток диода $Л_2$ протекает через сопротивление R_3R_1 и нижнюю половину катушки контура. Постоянное напряжение, создаваемое этим током на сопротивлении R_3, будет противоположно по знаку и равно по величине постоянному напряжению на сопротивлении R_2, создаваемому током диода $Л_1$. Таким образом, постоянное напряжение на выходе фазового детектора в точке A будет равно нулю.

Кроме синусоидального напряжения, на аноды диодов воздействуют также синхронизирующие импульсы, поступающие к средней точке катушки контура.

В схеме фиг. 59, как и в ранее рассмотренных схемах, могут быть три состояния работы.

Первое состояние соответствует случаю равенства частот и фаз колебаний генератора и синхронизирующих импульсов, когда в момент их воздействия мгновенное значение синусоидального напряжения равно нулю (фиг. 59,*в*). При этом на аноды обоих диодов действует одинаковое напряжение положительных синхронизирующих импульсов и протекающие через них токи равны и направлены навстречу друг другу. В результате этого управляющее напряжение на выходе фазового детектора равно нулю.

Второе состояние (фиг. 59,*г*) имеет место, когда синхронизирующие импульсы прикладываются к диодам в тот момент, когда на аноде диода $Л_1$ действует положительное, а на аноде диода $Л_2$ — отрицательное синусоидальное напряжение. В этом случае из-за сложения напряжения синусоидальных колебаний и напряжения синхронизирующих импульсов через диод $Л_1$ будет протекать больший ток, чем через

диод $Л_2$. Поэтому на выходе фазового детектора появится положительное результирующее напряжение.

Наконец, третье состояние (фиг. 59,*д*) имеет место, когда в момент воздействия синхронизирующих импульсов к аноду диода $Л_2$ прикладывается положительное, а к аноду диода $Л_1$ — отрицательное синусоидальное напряжение. При этом через диод $Л_2$ потечет больший ток, чем через диод $Л_1$, и на выходе фазового детектора появится отрицательное результирующее напряжение.

Управляющее напряжение с выхода фазового детектора через фильтр с большой постоянной времени, состоящий из сопротивления R_4 и конденсаторов C_1 и C_2, прикладывается к сетке реактивной лампы $Л_5$.

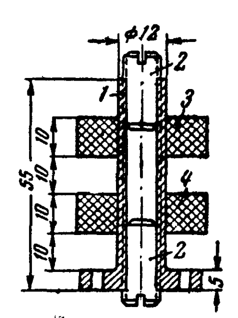
Вследствие двустороннего ограничения лампой $Л_8$ синусоидальных колебаний на ее анодной нагрузке появляются колебания почти прямоугольной формы, которые дифференцируются цепью C_5R_5. Положительные пики напряжения, получаемые в результате дифференцирования, открывают разрядную лампу $Л_4$, в анодной цепи которой формируется пилообразное напряжение, используемое для горизонтальной развертки.

Настройку рассмотренной схемы удобно начинать с настройки генератора синусоидальных колебаний. Число витков контурной катушки генератора нужно подобрать так, чтобы при перемещении сердечника внутри нее можно было изменять частоту колебаний генератора от 14 000 до 16 000 *гц* или больше. При этом движок переменного сопротивления R_6 должен быть в среднем положении. Число витков катушки фазового детектора и связь ее с контурной катушкой выбираются таким образом, чтобы на анодах лампы 6Х6С амплитудное значение синусоидального напряжения было 20—30 *в*. Катушка фазового детектора совместно с конденсатором C_4 также образует резонансный контур, настраиваемый посредством сердечника на частоту 15 625 *гц*. Как было указано, на аноде лампы $Л_3$ переменное напряжение должно иметь вид синусоиды, ограниченной сверху и снизу.

Конструкция трансформатора *Тр* показана на фиг. 60. Обе его катушки намотаны по типу „Универсаль" проводом ПЭШО 0,12 и содержат по 800 витков. Генераторная катушка имеет отвод от 300-го витка. Для обеспечения симметричной нагрузки ламп фазового детектора его катушка наматывается одновременно двумя проводами. После намотки конец первого провода соединяется с началом второго и это соединение образует среднюю точку обмотки. Каждая катушка обладает

индуктивностью в 8,2 *мгн* (без сердечника). Расстояние между катушками на фиг. 60 показано ориентировочно и в процессе налаживания телевизора может быть изменено в небольших пределах в ту или иную сторону. Внутри каркаса помещаются два сердечника из карбонильного железа или магнетита диаметром 9 *мм* и длиной 18 *мм*.

Действие схемы разрядной лампы $Л_4$ проверяется по форме пилообразного напряжения в ее анодной цепи. После этого к фазовому детектору надо приложить положительные синхронизирующие импульсы и вращать сердечник катушки контура генератора, изменяя частоту последнего. Если частота генератора будет отлична от частоты синхронизирующих импульсов, то на экране трубки будут наблюдаться горизонтальные черно-белые полосы. По мере приближения частоты генератора к частоте синхронизирующих импульсов белые полосы на экране будут становиться шире и постепенно приближаться к вертикальному положению. И, наконец, когда частоты генератора и синхронизирующих импульсов сравняются, т. е. произойдет захватывание частоты генератора, изображение примет нормальный вид. В этом случае система будет работать устойчиво и вращение движка сопротивления R_6 примерно в пределах 80—100° не будет нарушать синхронизацию.



Фиг. 60. Конструкция трансформатора к генератору синусоидальных колебаний.

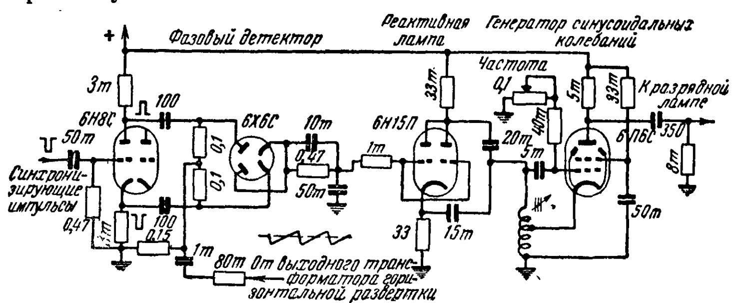
1 — каркас; *2* — магнетитовый сердечник; *3* — катушка фазового детектора; *4* — генераторная катушка.

В большинстве случаев при налаживании этой системы с захватом частоты генератора синхронизирующими импульсами строчная гасящая полоса устанавливается посредине экрана. В таких случаях следует настроить контур фазового детектора. По мере настройки этого контура на частоту синхронизирующих импульсов гасящая полоса сдвигается на край экрана и, наконец, исчезает. Если система настроена правильно, то при подаче сигнала изображение сразу становится на свое место. Ручку сопротивления R_6 нет надобности выводить на переднюю панель телевизора, так как схема работает весьма устойчиво.

Схема АПФ с использованием генератора синусоидальных колебаний является одной из наиболее эффективных схем развертки телевизора. Многочисленные эксперименты и опыт эксплуатации любительских телевизоров с исполь-

зованием этой схемы показывают, что даже при потере до 25% горизонтальных синхронизирующих импульсов изображение остается устойчивым. К недостаткам этой схемы следует отнести большое количество ламп и сложность ее налаживания.

На фиг. 61 изображена комбинированная схема АПФ, в которой фазовый детектор работает так же, как и в схеме на фиг. 57,*а*, а его выходное напряжение управляет реактивной лампой, подсоединенной параллельно контуру генератора синусоидальных колебаний.

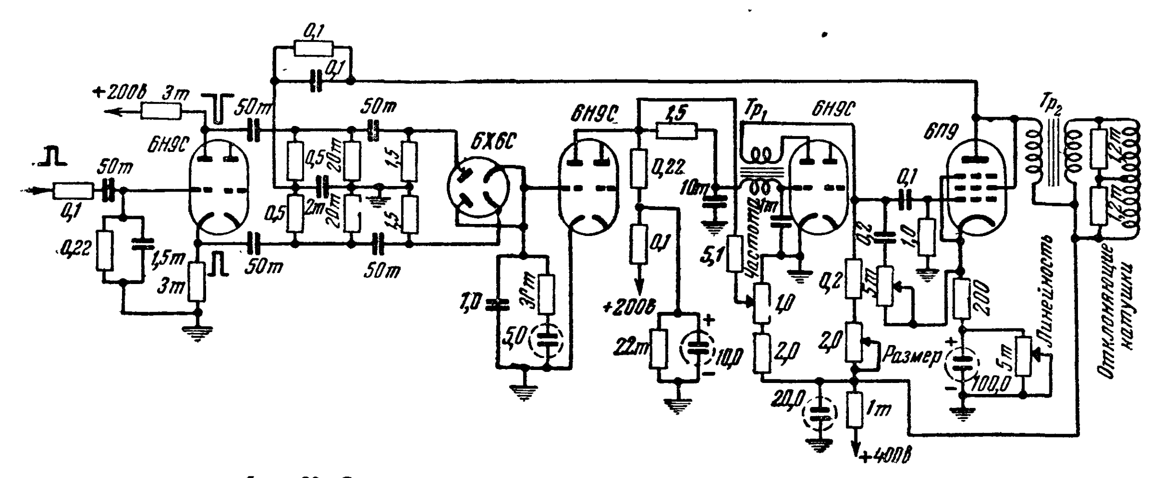


Фиг. 61. Комбинированная схема автоподстройки частоты с использованием синусоидального и пилообразного напряжений.

Автоматическая подстройка фазы вертикальной развертки

Для большинства телевизионных приемников, работающих в нормальных условиях, автоматическая подстройка фазы генератора вертикальной развертки не требуется. Даже в простых телевизорах вертикальная развертка является весьма устойчивой благодаря тому, что между выходом синхронизирующей схемы и блокинг-генератором включается фильтр с большой постоянной времени (интегрирующая цепь). Тем не менее в наиболее совершенных телевизионных приемниках, где необходимо получить высококачественное изображение, АПФ вертикальной развертки находит применение.

Как указывалось ранее, качество изображения в значительной степени зависит от симметричной укладки полукадров, которую удается получить с помощью обычных синхронизирующих устройств лишь при тщательной регулировке частоты генератора развертки во время приема. В случае применения автоподстройки частоты вертикальной развертки совершенно симметричная укладка полукадров изображения получается автоматически, не требуя такой точной регулировки частоты генератора во время приема. Кроме того,



Фиг. 62. Схема автоподстройки фазы вертикальной развертки.

При использовании этой схемы, необходимо предусмотреть самогашение луча при обратном ходе.

автоподстройка фазы вертикальной развертки применяется в тех случаях, когда телевизор работает на значительном удалении от передающей станции, т. е. когда уровень сигнала оказывается низким по сравнению с уровнем помех, а также в тех случаях, когда источник питания телевизора не является общим с источником питания телецентра.

Схема автоматической подстройки частоты вертикальной развертки изображена на фиг. 62. Пилообразное напряжение, питающее фазовый детектор 6Х6С, снимается в этой схеме с анода выходной лампы 6П9 вертикальной развертки, которая включена триодом. Это понижает ее внутреннее сопротивление и она действует частично как подаватель свободных колебаний, возникающих в отклоняющих катушках.

Постоянные времени всех цепей RC в этой схеме значительно больше, чем в схемах автоматической подстройки частоты горизонтальной развертки.

Выходной трансформатор Tp_2 вертикальной развертки собран на пластинах Ш-29 (толщина пакета 35 *мм*). Анодная обмотка имеет 6 000 витков провода ПЭШО 0,1. Вторичная обмотка намотана проводом ПЭ 0,3 и имеет 380 витков. Пластины собраны с воздушным зазором 0,2 *мм*.

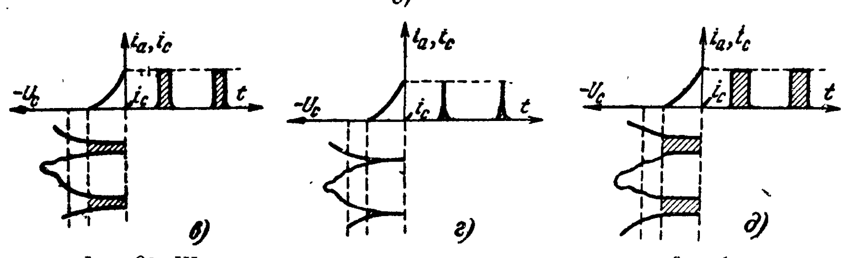
Трансформатор Tp_3 блокинг-генератора идентичен с трансформатором Tp на схеме фиг. 29.

Вертикальные отклоняющие катушки намотаны проводом ПЭШО 0,23 и имеют по 120 витков каждая. Витки обмотки располагаются равномерно в шести секциях. Катушки размещаются на каркасе, показанном на фиг. 42 и снаружи покрываются несколькими слоями пермаллоевой ленты толщиной не более 0,25 *мм*.

Все вышеописанные схемы автоматической подстройки фазы в развертывающих генераторах применяются преимущественно в приемниках с большим экраном, так как они требуют добавления к схеме приемника двух или трех ламп. Однако радиолюбителям, живущим на значительном расстоянии от телецентра, где помехи особенно заметно действуют на развертывающую систему телевизора, можно рекомендовать применять эти схемы и для телевизора с малым экраном.

Широтно-импульсная автоматическая подстройка фазы

Использование широтно-импульсной автоматической подстройки в значительной мере повышает устойчивость синхронизации разверток и вместе с тем не требует увеличения количества ламп в телевизоре.



Фиг. 63. Широтно-импульсная автоматическая подстройка фазы.

а — блок-схема (*1* — управляющая лампа, *2* — фильтр с большой постоянной времени, *3* — блокинг-генератор, *4* — выходная лампа горизонтальной развертки); *б* — принципиальная схема; *в*, *г* и *д* — графики работы.

Блок-схема, принципиальная схема и пояснение работы широтно-импульсной автоматической подстройки фазы приведены на фиг. 63.

Устройство (фиг. 63,*а*) состоит из управляющей лампы *1*, фильтра с большой постоянной времени *2*, блокинг-генератора *3* и выходной лампы горизонтальной развертки *4*.

Выходная лампа $Л_3$ (фиг. 63,*б*) включена в схему потому, что часть выходного напряжения развертки подается на управляющую лампу $Л_1$. Блокинг-генератор горизонтальной развертки в этой схеме управляется постоянным напряжением, которое создается лампой $Л_1$ и подводится через сопротивление R_6 к сетке лампы $Л_2$, изменяя тем самым частоту блокинг-генератора. Входные синхронизирующие импульсы положительной полярности подаются на сетку лампы $Л_1$ через емкость в 120 *пф*. Кроме того, эта же сетка получает импульс от выходного трансформатора горизонтальной развертки и напряжение с выхода блокинг-генератора, прошедшее специальную формирующую цепь из R_1C_1. Импульсы от выходного трансформатора и напряжение от блокинг-генератора образуют комбинированные колебания, которые, взаимодействуя с входными синхронизирующими импульсами, поддерживают нужную частоту блокинг-генератора.

На схеме фиг. 63,*б* показаны кривые различных напряжений, которые подводятся к сетке лампы $Л_1$. Напряжение, получаемое с разрядной цепи лампы $Л_2$, вначале является пилообразным, но, пройдя через сопротивление R_1 и конденсатор C_1, оно приобретает параболическую форму и в таком виде подводится к сетке лампы $Л_1$. Форма импульсного напряжения, снимаемого с обмотки выходного трансформатора, несколько видоизменяется интегрирующей цепочкой, состоящей из сопротивления R_2 и конденсаторов C_2 и C_1. Напряжение, полученное в результате сложения всех этих колебаний, подводится к сетке лампы $Л_1$. Кривая этого напряжения имеет довольно крутые скаты. Это способствует тому, что даже малое отклонение фазы блокинг-генератора от фазы синхронизирующих импульсов сильно действует на схему.

Схема работает следующим образом. Отрицательное напряжение от сетки лампы блокинг-генератора $Л_2$ подводится к сетке лампы $Л_1$ через сопротивление в 3,3 *мгом*, запирая эту лампу. Лампа может отпираться лишь синхронизирующими импульсами, поступающими на ту же сетку, и то только в том случае, если эти импульсы приходят одновременно с наибольшим значением напряжения, подаваемого от блокинг-генератора и от выходной лампы, как показано на фиг. 63,*в*. Если блокинг-генератор понижает частоту своих колебаний, то синхронизирующий импульс приходит на сетку лампы $Л_1$ в те моменты, когда на ней суммарное напряжение от блокинг-генератора и от лампы $Л_3$ уменьшилось. При этом

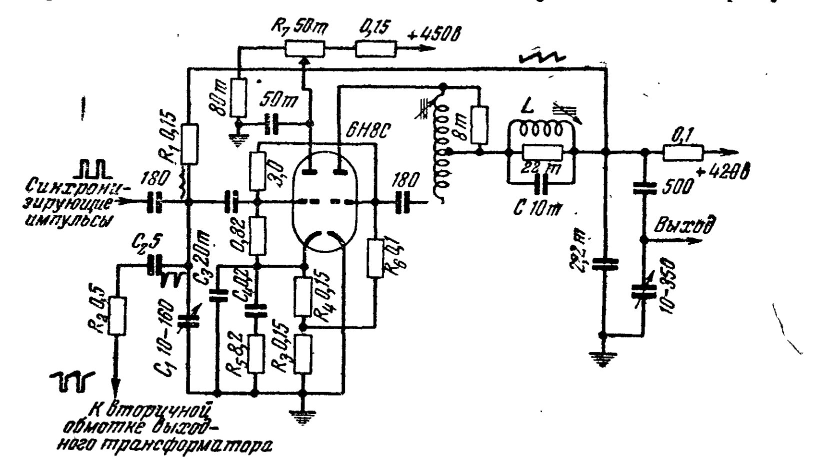
продолжительность времени, в течение которого лампа $Л_1$ будет пропускать ток, уменьшится. Это состояние показано на фиг. 63,*г*, где верхушка кривой суммарного напряжения правее линии отсечки анодного тока лампы $Л_1$ становится уже. Таким образом, при изменении фазы колебаний блокинг-генератора относительно фазы приходящих синхронизирующих импульсов ширина импульсов анодного тока лампы $Л_1$ будет изменяться. Средняя ширина этих импульсов соответствует правильному соотношению фаз (фиг. 63, *в*). Следовательно, при отклонении частоты блокинг-генератора в сторону увеличения импульсы анодного тока будут становиться шире (фиг. 63,*д*), а при отклонении в сторону уменьшения — будут делаться уже. Под действием импульсов анодного тока лампы $Л_1$ конденсаторы C_3 и C_4 в ее катодной цепи будут заряжаться и постоянное напряжение на них будет пропорционально ширине импульсов анодного тока. Это постоянное напряжение подается на сетку лампы $Л_2$ блокинг-генератора и приводит его фазу к фазе синхронизирующих импульсов.

Фильтр с большой постоянной времени включен в катодную цепь лампы $Л_1$ и состоит из сопротивлений R_3R_4 и конденсатора C_4; кроме этих элементов, в катодную цепь также включены сопротивление R_5 конденсатор C_3. Они образуют фильтр с малой постоянной времени, через который синхронизирующие импульсы частично поступают непосредственно на сетку лампы $Л_2$ блокинг-генератора. Это улучшает работу схемы.

Необходимо отметить то обстоятельство, что схема широтно-импульсной автоматической подстройки фазы требует применения улучшенной системы амплитудного отделителя, так как при несовершенном отделителе неизбежно будут иметь место изменения амплитуды синхронизирующих импульсов и при изменении силы сигнала синхронизация будет нарушаться.

Схема фиг. 63,*б* имеет пять элементов настройки. Назначение их следующее. Трансформатор блокинг-генератора грубо настраивается на нужную частоту с помощью сердечника. С помощью конденсатора C_5, который соединен параллельно с сопротивлением R_3, можно более точно настраивать частоту блокинг-генератора. Сопротивление R_7 изменяет анодное напряжение на управляющей лампе $Л_1$ и, таким образом, воздействует на напряжение, которое развивается на сопротивлении R_3, изменяя тем самым частоту блокинг-генератора, Как правило, ручка сопротивления R_7 выводится на переднюю

панель телевизора. С помощью конденсатора C_1 можно изменять амплитуду того суммарного напряжения, которое подводится к сетке лампы $Л_1$. Конденсатор C_6 является частью емкостного делителя и регулирует то напряжение, которое подводится к сетке лампы $Л_3$, изменяя ширину



Фиг. 64. Схема широтно-импульсной автоматической подстройки фазы со стабилизацией блокинг-генератора синусоидальным напряжением.

растра. Кроме того, изменение емкости этого конденсатора частично влияет на линейность левой половины изображения.

Устройства с широтно-импульсной автоматической подстройкой фазы менее устойчивы в работе, чем другие, описанные выше системы автоподстройки. Они требуют улучшенных схем синхронизации, а также тщательного налаживания. Тем не менее эти устройства следует рекомендовать радиолюбителям при разработке ими малоламповых телевизоров с повышенной устойчивостью.

На фиг. 64 приведена еще одна схема широтно-импульсной автоматической подстройки фазы, в которой использован блокинг-генератор с контуром LC, стабилизирующим частоту его колебаний. В остальном работа этой схемы не отличается от схемы фиг. 63.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 2 р. 20 к.